Hardver alapok

(VIIIBA01)

μC fejlesztő környezet

Rácz György gyuriracz@iit.bme.hu

2022/23. tanév őszi félév

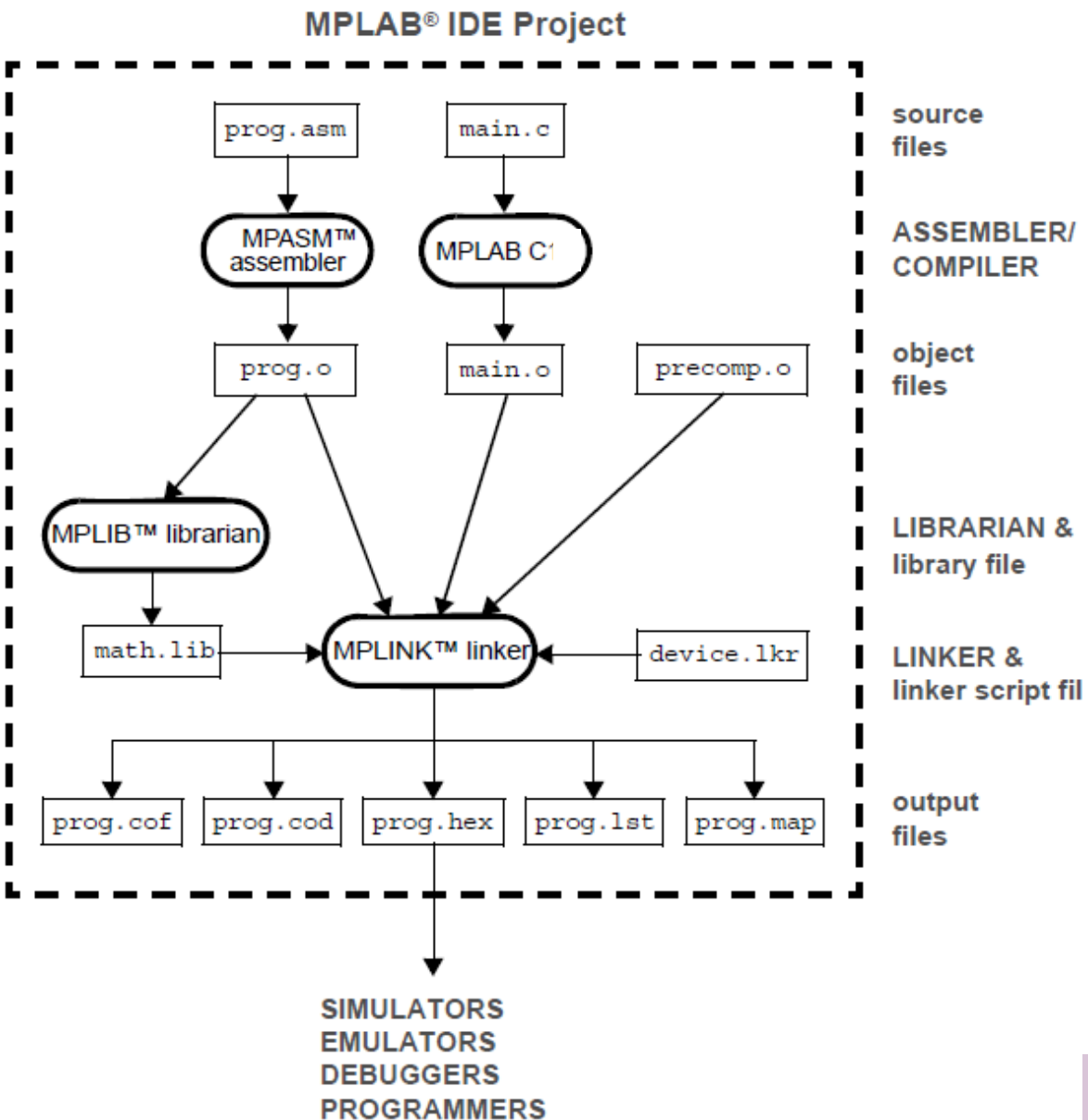
A fejlesztés folyamata

- Program írás általában PC-n →szövegszerkesztő a kód elkészítéséhez
- Szövegfájl fordítása (cross-assembler)→bináris tartalom előállítása
- [több programmodul esetén összefűzés (linkelés)]
- Beprogramozás („égetés”) a mikrokontrollerbe vagy a szimulátorba
- Hibakeresés (debug), javítás

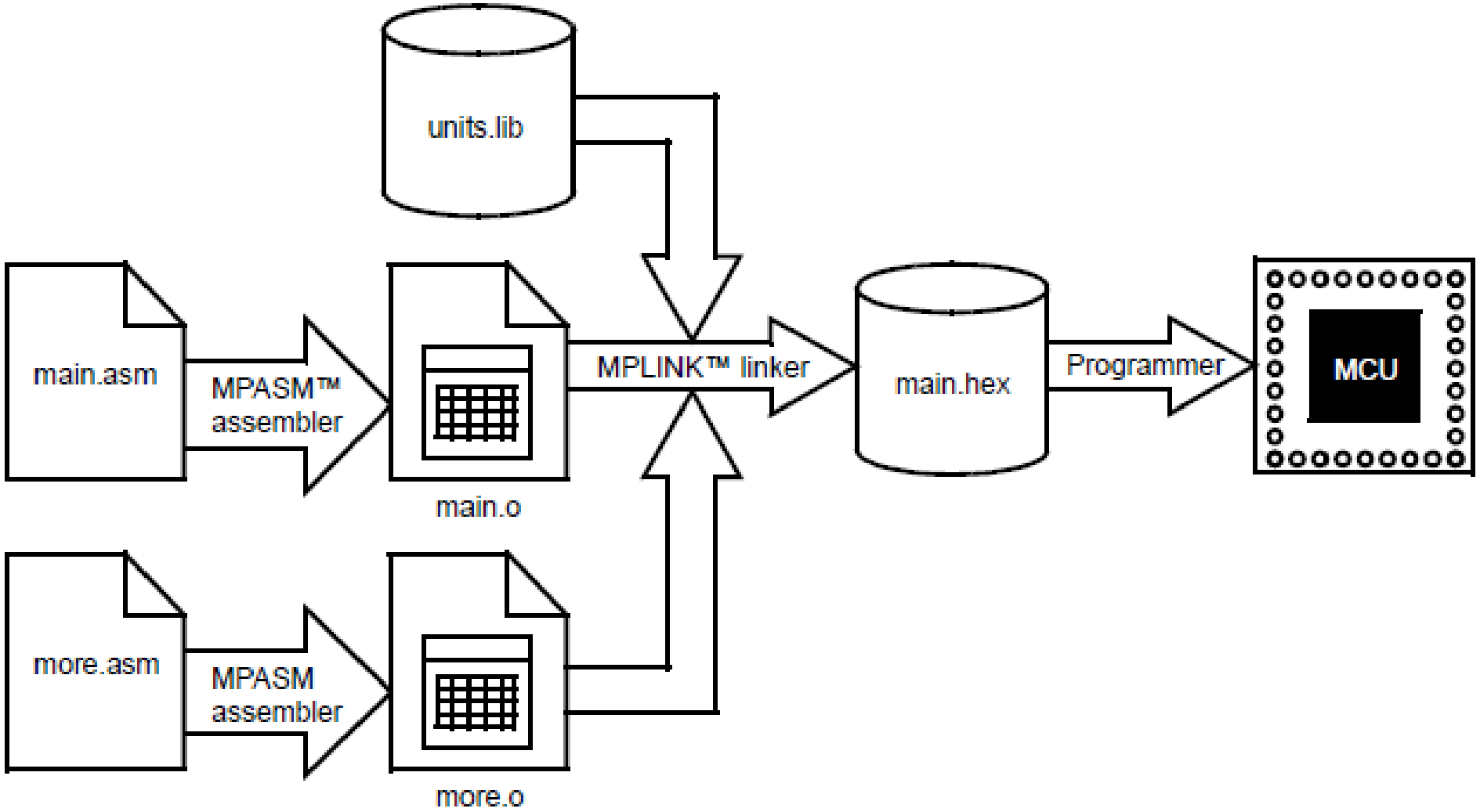
Cél

- Kód írás PC-n, program futtatás hardveren
- Hogyan töltjük be a programot a μC-be?
- Hogyan oldjuk meg a hibakeresést?

Program fejlesztés



Fordítás menete



A fordítás eredményei

Fáj típus	Leírás
.XRF	Kereszthivatkozások, szimbólumok
.COD	Szimbólum és debug információk
.HEX	Gépikód, ezt kell beprogramozni
.LST	Abszolút lista (forráskód + gépikód)
.ERR	hibalista
.O	Áthelyezhető félkész kód (object)

Program „futtatása”

- Fordítás után INTELHEX formátum

```
file_name.hex
:100000000000000000000000000000000000000000F0
:040010000000000EC
:10003200000028004000680 0A800E800C80028016D
:1000420068 01A9018901EA01280208026A02BF02C5
:10005200E002E80228036803BF03E803C8030804B8
:1000620008040804030443050306E807E807FF0839
:06007200FF08FF08190A57
:00000001FF
```

:BBAAAATTHHHH....HHCC

where:

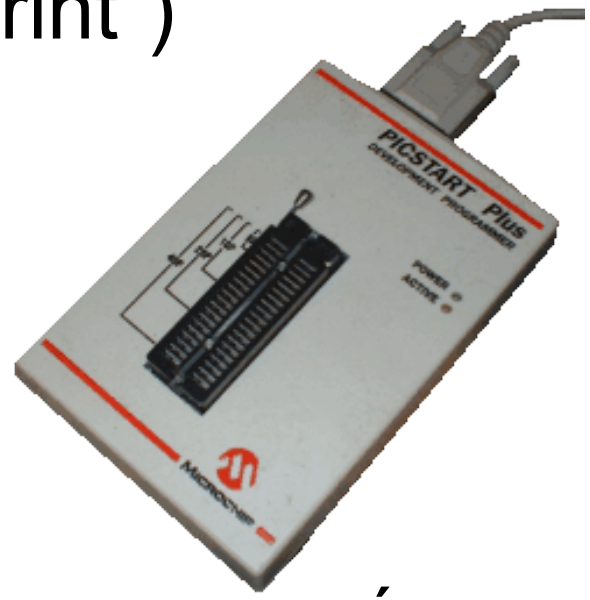
BB	A two digit hexadecimal byte count representing the number of data bytes that will appear on the line.
AAAA	A four digit hexadecimal address representing the starting address of the data record.
TT	A two digit record type: 00 – Data record 01 – End of File record 02 – Segment Address record 04 – Linear Address record
HH	A two digit hexadecimal data byte, presented in low byte/high byte combinations.
CC	A two digit hexadecimal checksum that is the two's complement of the sum of all preceding bytes in the record.

Fejlesztő eszközök

- Fordító + Programozó
- Szimulátor
- Emulátor
- Áramkörön belüli megoldások
  - ICSP (In Circuit Serial Programing)
  - ISP (In System Programing) pl.: Boot-loader
  - ICD (In Circuit Debug)

Fordító + Programozó

- Fordítás PC-n
- Hex-fájl beprogramozása
- Program működésének megfigyelése (portláb kapcsolgatás, esetleg „print”)
- Kód módosítás
- Ismételt letöltés
- …



Egyszerű, olcsó megoldás, csak egy programozó berendezés vagy letöltő kell hozzá

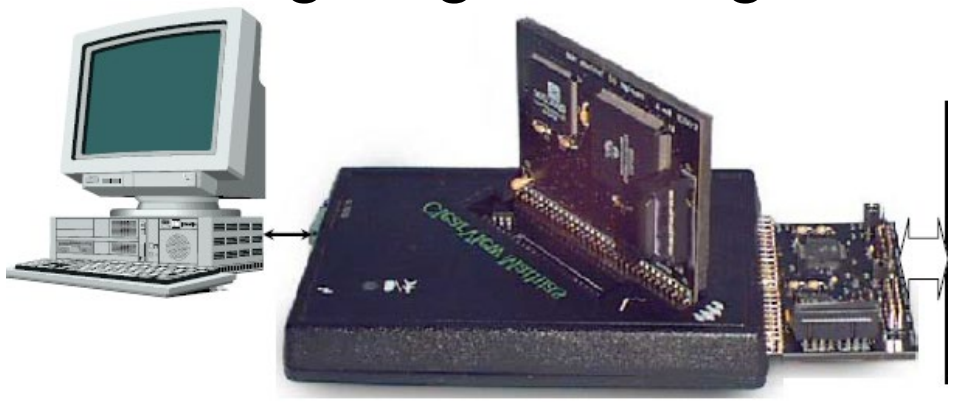
Szimulátor

- Kód írás és fordítás PC-n
- Bináris tartalom betöltése szimulátorba (ez is a PC-n)
- Program működésének nyomon követése a képernyőn
- Igény esetén regiszterek módosítása
- Nem valós idejű futás
- Általában nincs kapcsolat a fizikai környezettel
- Kivétel: In circuit simulation (program a PC-n fut, de a valódi mikrokontroller állítja az I/O portjait)

© Pilászy György BME-IIT

Emulátor

- Fordítás PC-n
- Mikrokontroller helyett egy speciális hardver
- Valódi fizikai jelekkel működik, valódi környezetben
- Lehetőség a futás közbeni megfigyelésre, beavatkozásra
- Általában ez a legdrágább megoldás



Berendezés

Áramkörön belüli megoldások

ICSP (In Circuit Serial Programing)

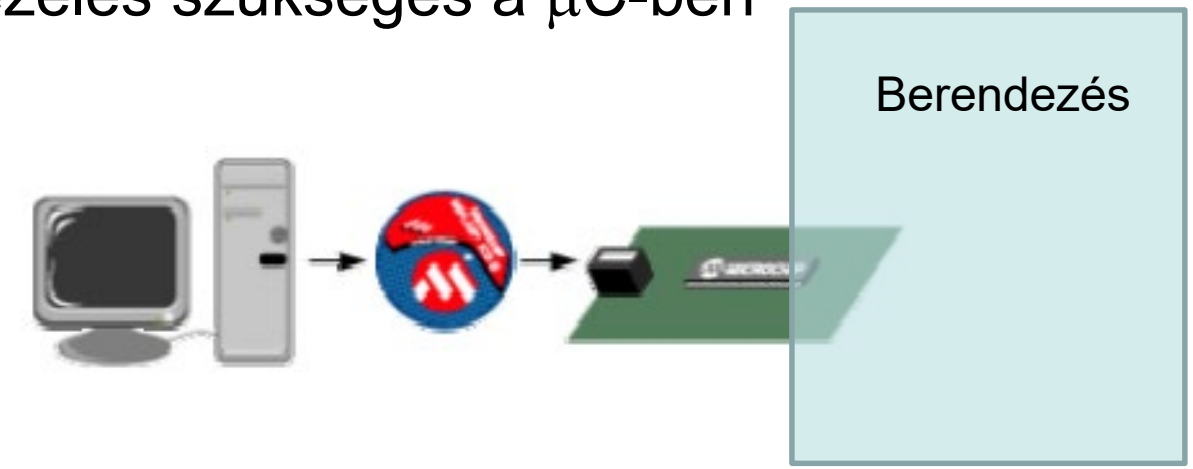
- Csak program betöltés lehetséges
- Ezalatt a kontroller nem hajt végre programot

ISP (In System Programing) pl.: Boot-loader

- Kontrolleren futó program írja a memória másik részét

ICD (In Circuit Debug)

- Program betöltés és futtatás/debug ugyanazon a csatlakozón
- Töréspont kezelés szükséges a μC-ben



MPLAB-X környezet

- Grafikus kezelőfelület
- Van felhő alapú változata is
- Beintegrált szövegszerkesztő, fordító, szimulátor
- Külső hardvereszközök támogatása
  - Programozók
  - Fejlesztő kártyák
  - Debuggerek

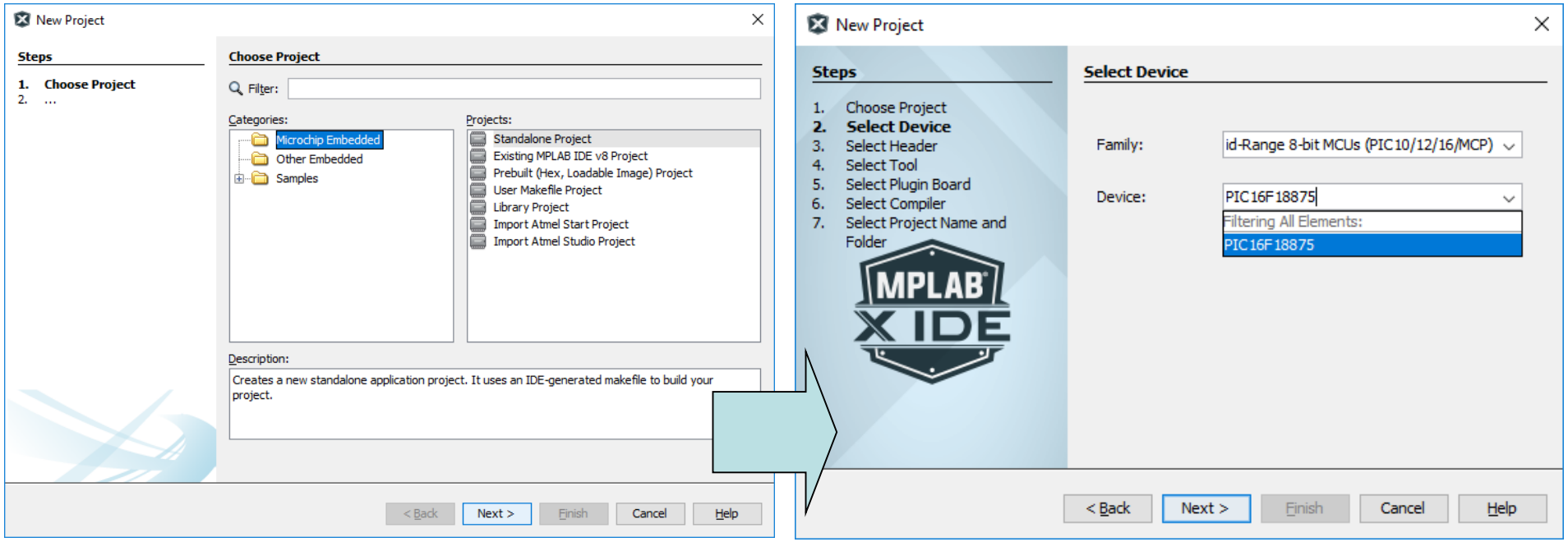
A laboron a 4.20-as verziót használjuk, ez megtalálható a következő címen:

https://www.microchip.com/development-tools/pic-and-dspic-downloads-archive

© Pilászy György BME-IIT

Projektek létrehozása

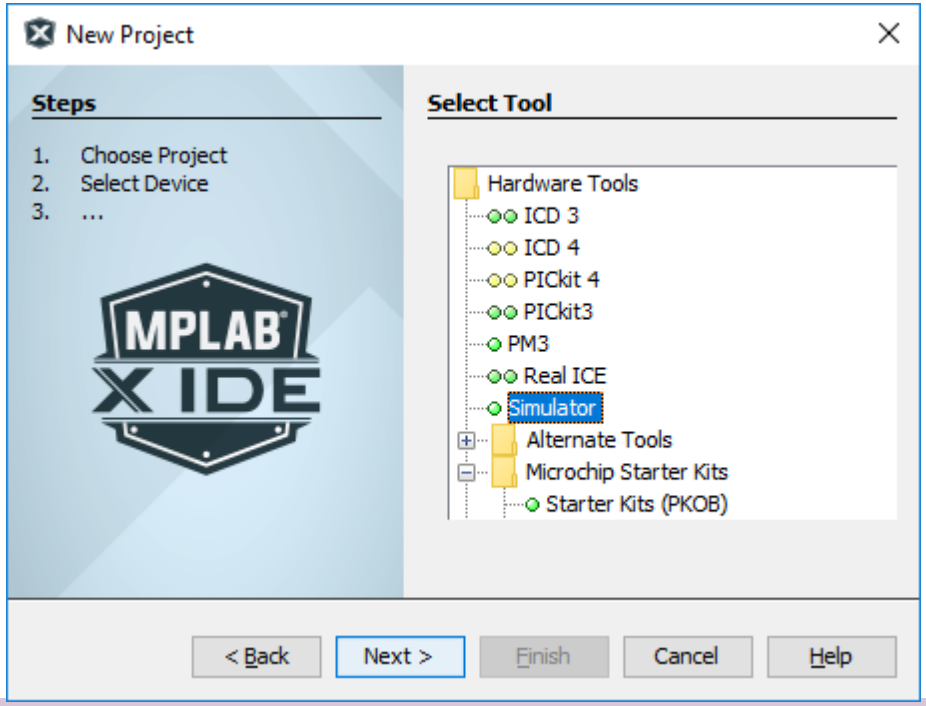
- Projekt könyvtár és típus kiválasztás
- Mikrokontroller típus kiválasztás

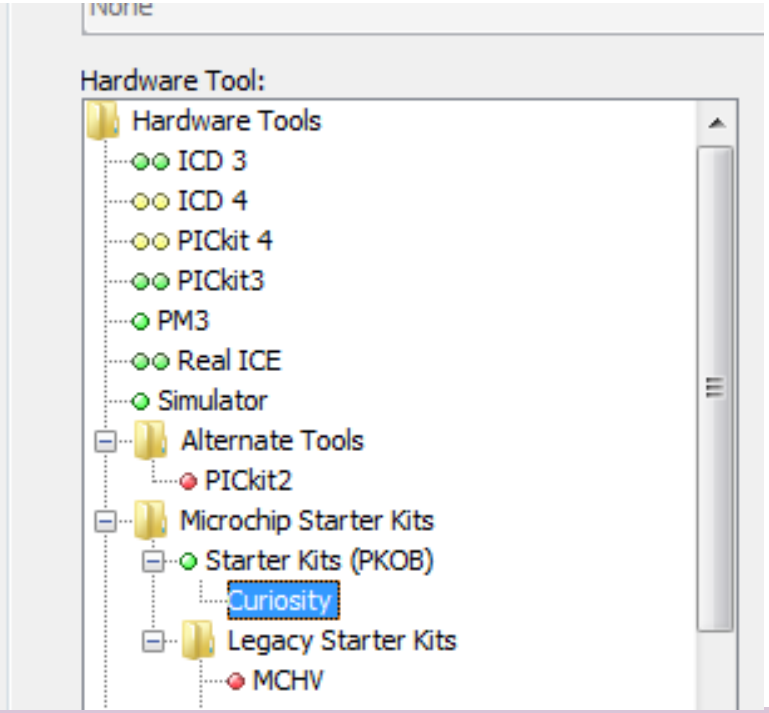


Eszköz kiválasztása

- Szimulátor vagy más kiegészítő hardver kiválasztása

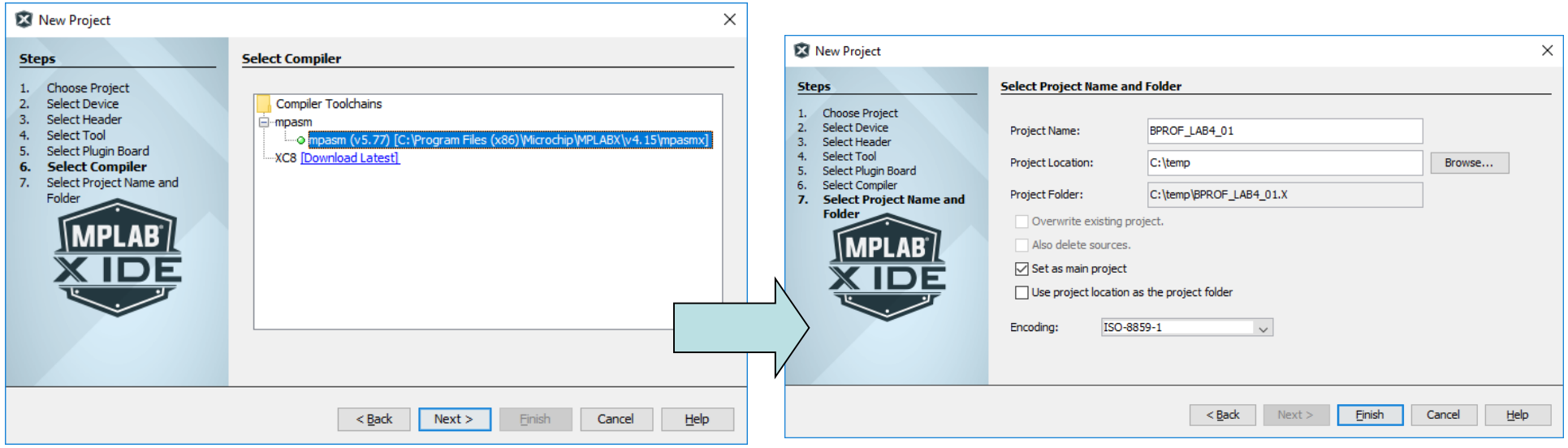
(A laboron a szimulátort és a Curiosity panelt is fogjuk használni)





Programozási nyelv megadása

- Gépikódú programozáshoz MPASM
- Projekt név és könyvtár megadása



Projekt kezelő ablak

MPLAB X IDE v4.15 - BPROF_LAB4_01 : default

File Edit View Navigate Source Refactor Production Debug Team Tools Window Help

Projects | Files | Classes | Services

- Asm_proba
- BPROF_LAB4_01
  - Header Files
  - Important Files
  - Linker Files
  - Source Files
    - LAB4_00.asm
  - Libraries
  - Loadables

BPROF_LAB4_01 - Dash... | LAB4_00.asm - Navigator

- BPROF_LAB4_01
  - Project Type: Application - Configuration: default
  - Device
    - PIC16F18875
    - Checksum: Blank, no code loaded
  - Compiler Toolchain
    - MPASMWIN (v5.77) [C:\Program Files (x86)\Microchip
    - Production Image: Optimization:
  - Memory
    - Usage Symbols disabled. Click to enable Load Symbols.
    - Data 1 024 (0x400) bytes
    - Program 8 192 (0x2000) words
  - Debug Tool
    - Simulator
    - Click for Simulated Peripherals

LAB4_00.asm

Asm Source | History

```
1   ;*****************************************************************
2   ;
3   ;    Microchip licenses this software to you solely for use w
4   ;    products. The software is owned by Microchip and/or its
5   ;    protected under applicable copyright laws.  All rights r
6   ;
7   ;    This software and any accompanying information is for su
8   ;    It shall not be deemed to modify Microchip?s standard wa
9   ;    products.  It is your responsibility to ensure that this
10  ;    your requirements.
11  ;
12  ;    SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS".  MICROCHIP AND ITS LICENSO
13  ;    DISCLAIM ANY WARRANTY OF ANY KIND, WHETHER EXPRESS OR IM
14  ;    BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTAB
15  ;    FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVE
16  ;    MICROCHIP OR ITS LICENSORS BE LIABLE FOR ANY INCIDENTAL,
17  ;    INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOST PROFITS OR LOST
18  ;    YOUR EQUIPMENT, COST OF PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS,
19  ;    SERVICES, ANY CLAIMS BY THIRD PARTIES (INCLUDING BUT NOT
20  ;    DEFENSE THEREOF), ANY CLAIMS FOR INDEMNITY OR CONTRIBUTI
21  ;    SIMILAR COSTS.
22  ;
23  ;    To the fullest extend allowed by law, Microchip and its
24  ;    liability shall not exceed the amount of fee, if any, th
25  ;    directly to Microchip to use this software.
```

Stopwatch | Logic Analyzer | I/O Pins | Output | Configuration Bits | SFRs | 1:1 | INS

Konfigurációs bitek beállítása

„Window”→”PIC Memory Views”→”Configuration Bits”

MPLAB X IDE v4.15 - BPROF_LAB4_01 : default

File Edit View Navigate Source Refactor Production Debug Team Tools Window Help

Projects | Files | Classes | Services

- Asm_proba
- BPROF_LAB4_01
  - Header Files
  - Important Files
  - Linker Files
  - Source Files
    - LAB4_00.asm
  - Libraries
  - Loadables

BPROF_LAB4_01 - Dash... | LAB4_00.asm - Navigator

- BPROF_LAB4_01
  - Project Type: Application - Configuration: default
  - Device
    - PIC16F18875
    - Checksum: Blank, no code loaded
  - Compiler Toolchain
    - MPASMWIN (v5.77) [C:\Program Files (x86)\Microchip
    - Production Image: Optimization:
  - Memory
    - Usage Symbols disabled. Click to enable Load Symbols.
    - Data 1 024 (0x400) bytes
    - Program 8 192 (0x2000) words
  - Debug Tool
    - Simulator
    - Click for Simulated Peripherals
  - Debug Resources
    - Program BP Used: 0 Free: 1000

LAB4_00.asm

Asm Source | History

```
73    ; TODO INSERT INCLUDE CODE HERE
```

Configuration Bits

Category	Setting
External Oscillator mode selection bits	Oscillator not enabled
Power-up default value for COSC bits	HFINTOSC with 2x PLL, with OSCFRQ = 16 MHz and CDIV = 1:1 (FC
Clock Out Enable bit	CLKOUT function is disabled; i/o or oscillator function on OS
Clock Switch Enable bit	Writing to NOSC and NDIV is allowed
Fail-Safe Clock Monitor Enable bit	FSCM timer enabled
Master Clear Enable bit	MCLR pin is Master Clear function
Power-up Timer Enable bit	PWRT disabled
Low-Power BOR enable bit	ULPBOR disabled
Brown-out reset enable bits	Brown-out reset disabled
Brown-out Reset Voltage Selection	Brown-out Reset Voltage (VBOR) is set to 2.7V
Zero-cross detect disable	
Peripheral Pin Select one-w	
Stack Overflow/Underflow Re	
WDT Period Select bits	
WDT operating mode	
WDT Window Select bits	
WDT input clock selector	
UserNVM self-write protecti	
Scanner Enable bit	
Low Voltage Programming Ena	
UserNVM Program memory code	
DataNVM code protection bit	

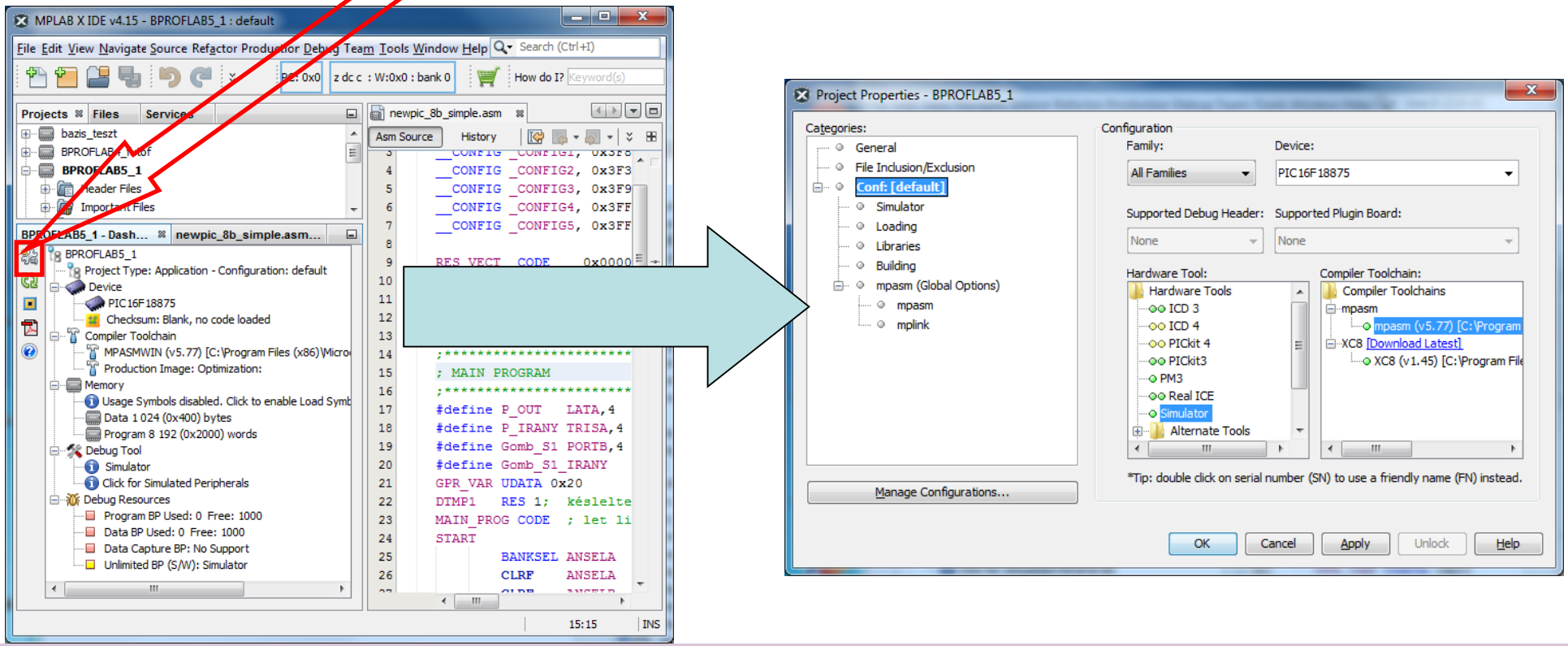
```
#include "p16f18875.inc"
__CONFIG _CONFIG1, 0x3F8C
__CONFIG _CONFIG2, 0x3F3F
__CONFIG _CONFIG3, 0x3F9F
__CONFIG _CONFIG4, 0x3FFF
__CONFIG _CONFIG5, 0x3FFF
```

Memory: Configuration Bits | Format: Read/Write | Generate Source Code to Output

Stopwatch | Logic Analyzer | I/O Pins | Output | Configuration Bits | SFRs

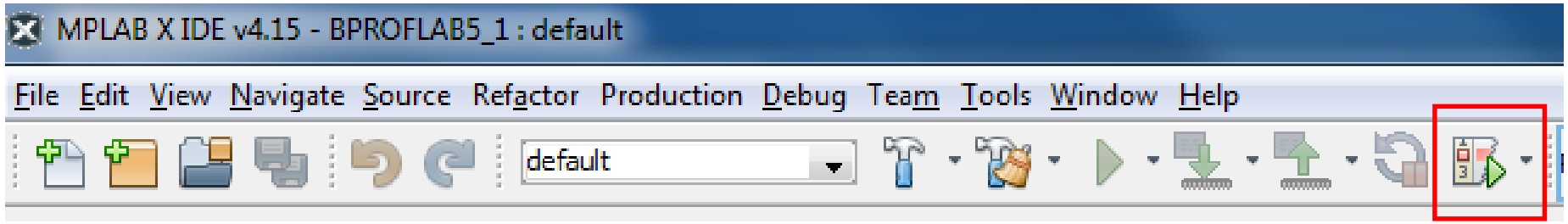
Szimulátor mód kiválasztása

- A projekthez tartozó „Dashboard” nézetben kattintsunk a „project properties” ikonra
- Válasszuk ki a szimulátor módot
- A szimuláció órajelét is itt állíthatjuk be a „Simulator” pont alatt

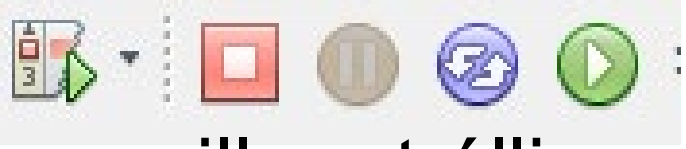


Szimulátor indítása

- Képernyő tetején lévő ikonra kattintunk



- Új gombok jelennek meg:



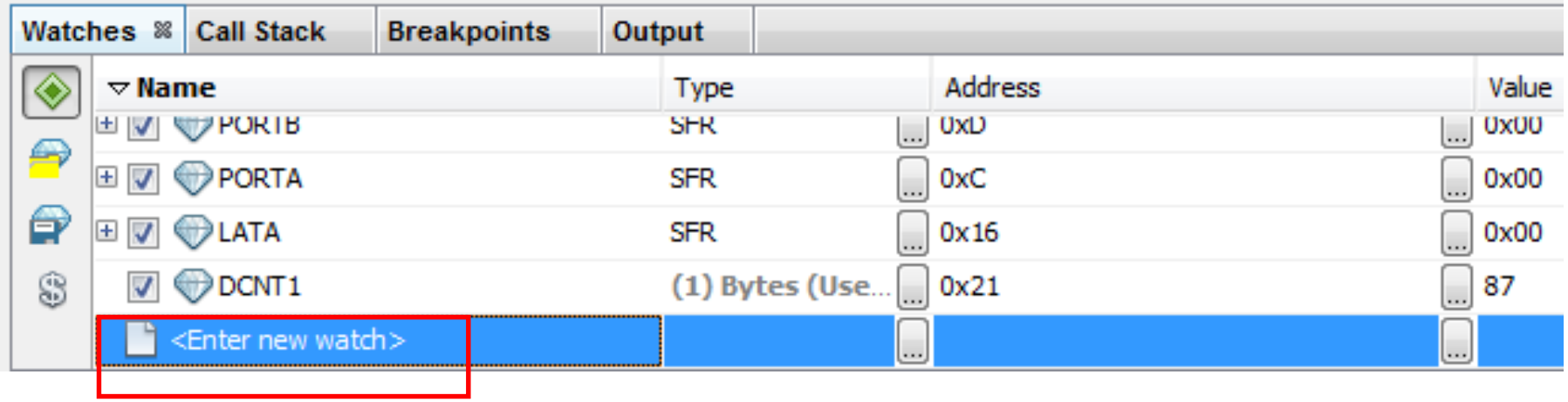
- Stop, pillanat állj,reset, run
- Ezekkel befolyásolhatjuk a szimuláció működését

Fontosabb szimulátor funkciók

- Töréspont elhelyezés
- Változók, SFR-ek megjelenítése
- Időzítések vizsgálata (Stopwatch)
- Külső gerjesztések létrehozása
- Időzítések megjelenítése

Változók, SFR-ek megjelenítése

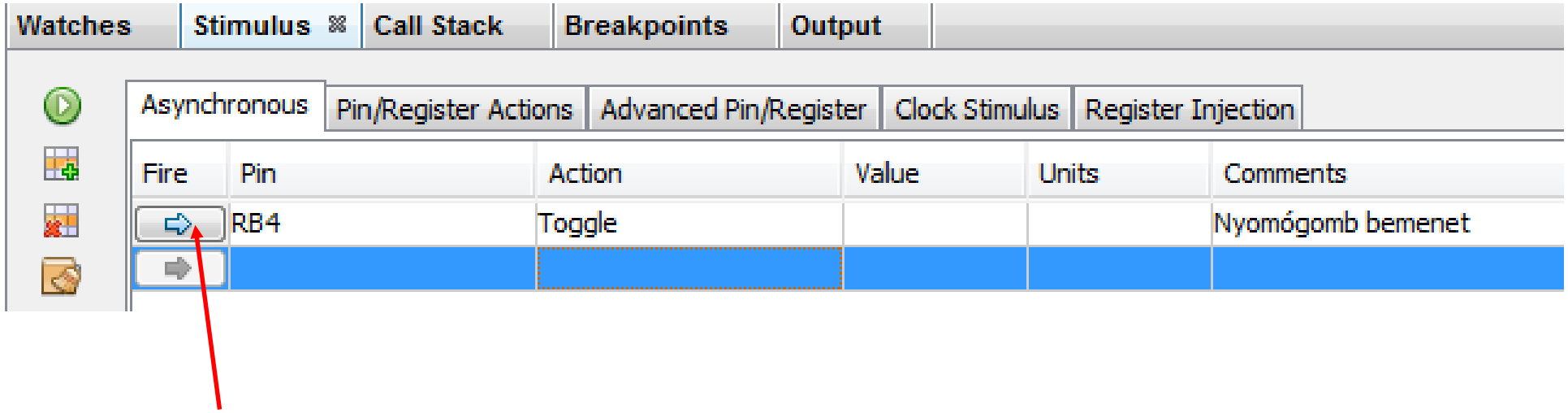
„Window”→”Debugging”→”Watches”



Új adatpontok hozzáadása

Külső jelek szimulálása

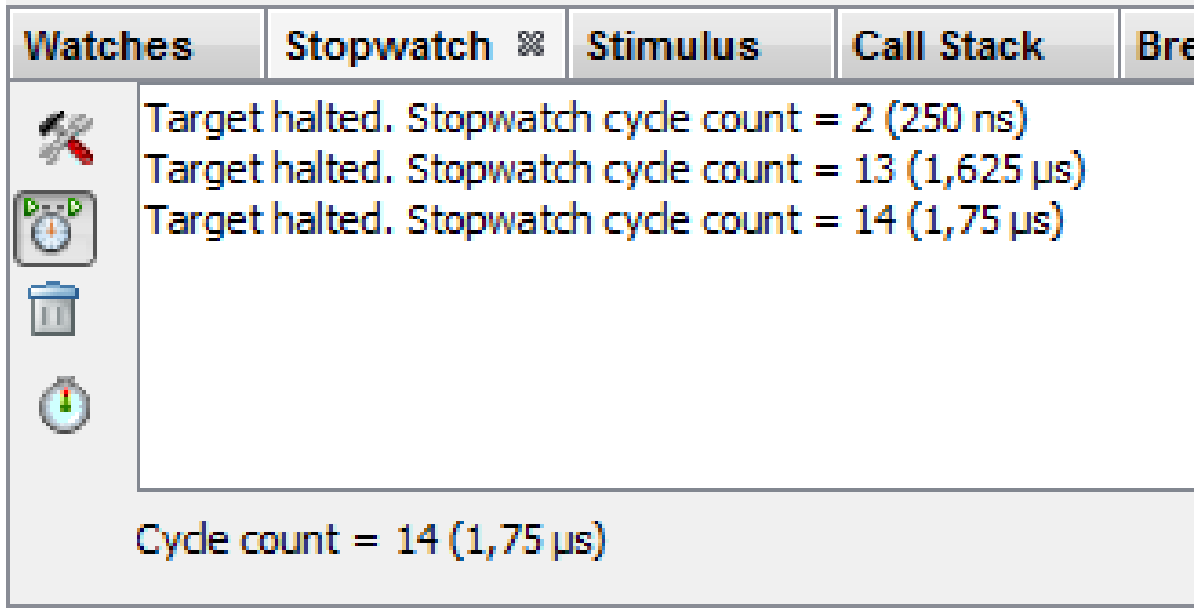
„Window”→”Simulator”→”Stimulus”



Nyomógomb szimulálása kattintásra

Időzítések vizsgálata

„Window”→Debugging”→”Stopwatch”

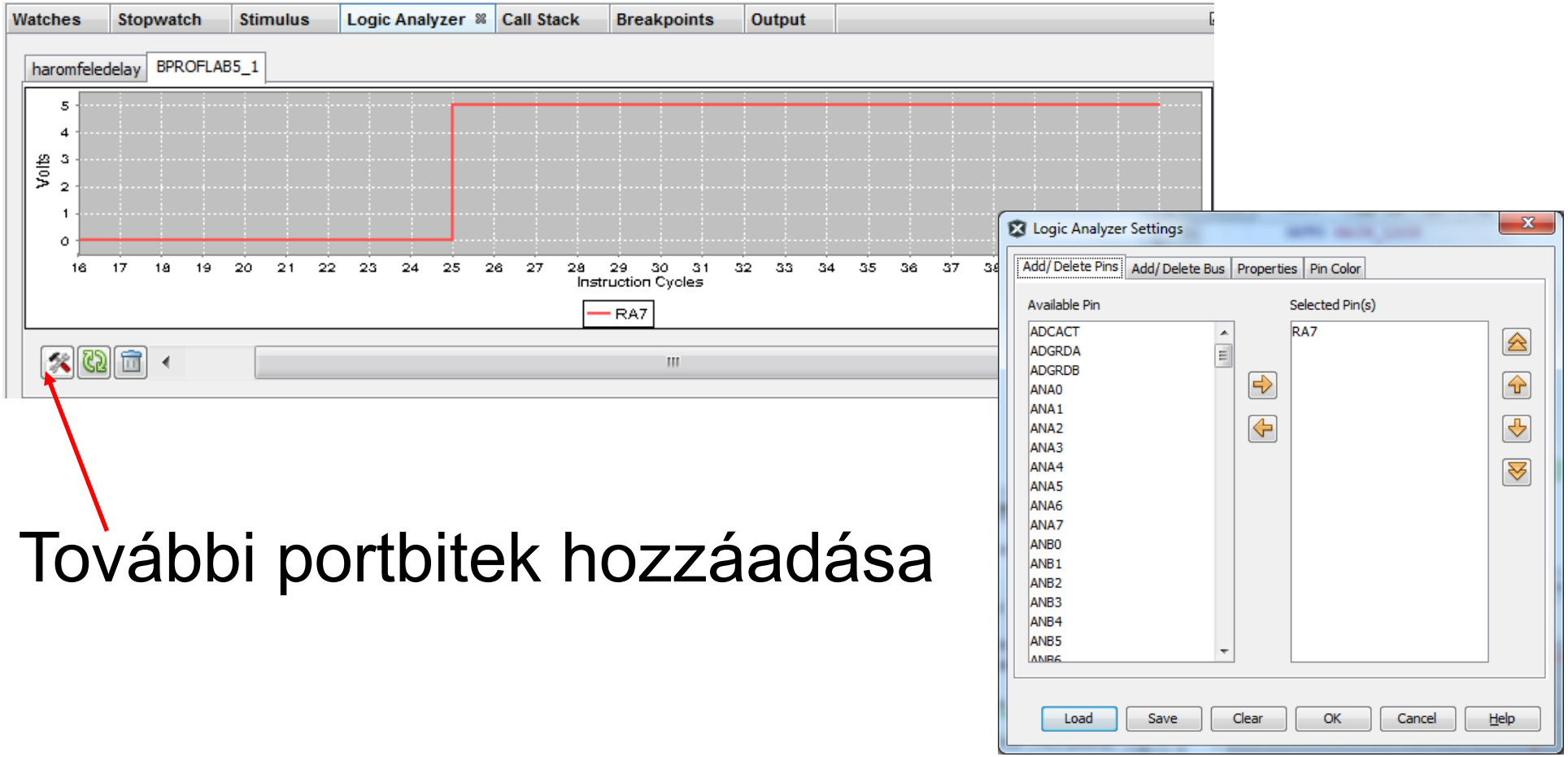


Ciklusszám és tényleges végrehajtási idő megjelenítése

←instruction clock megadása szükséges

Jelváltások megjelenítése

„Window”→”Simulator”→”Logic analyzer”

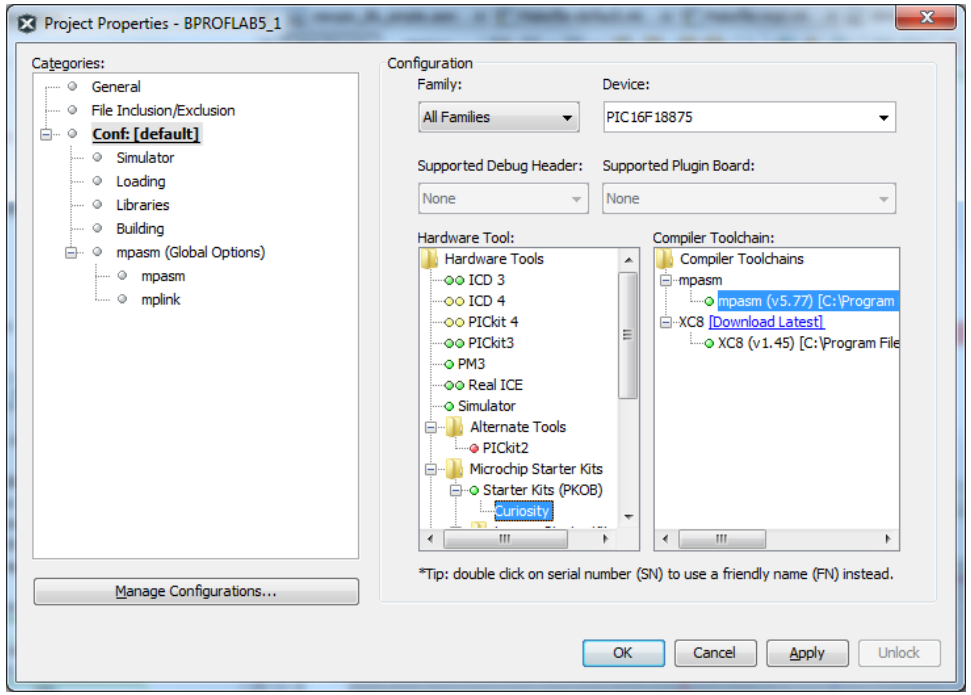


További portbitek hozzáadása

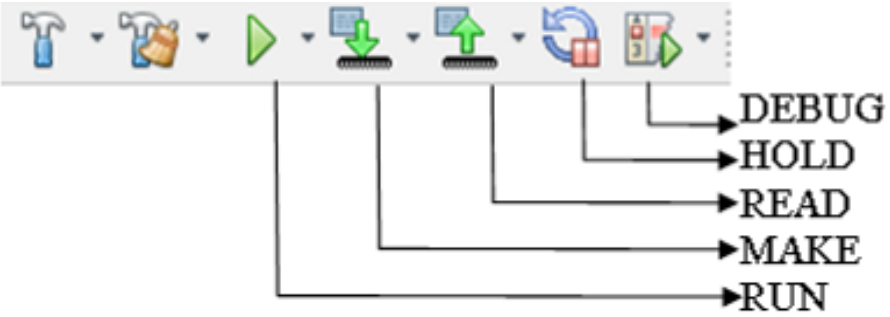
Hardveres debug

- Kiválasztás előtt legyen csatlakoztatva az eszköz!
- Hasonlóan a szimulátor kiválasztásához:

  „Microchip Starter Kits”→”Starter kits (PKOB)→„Curisoity”

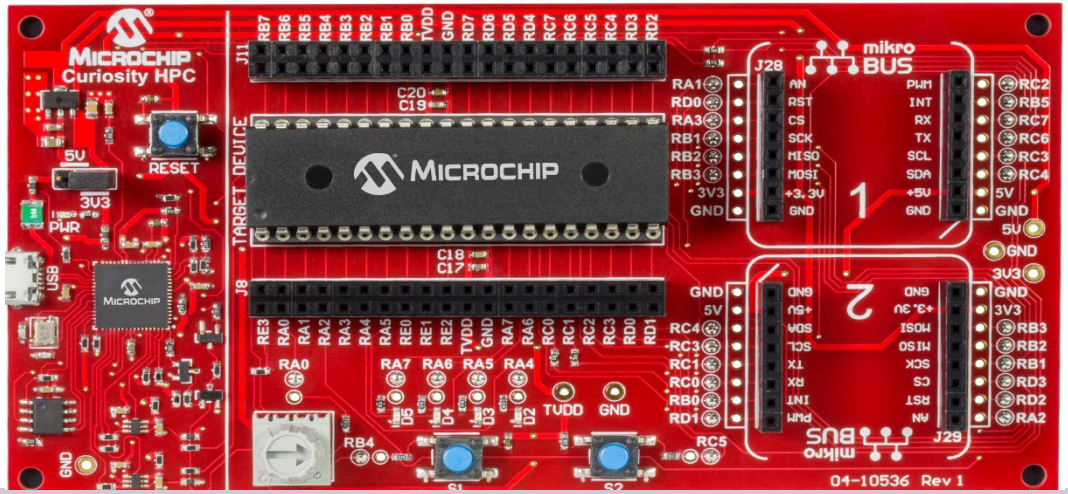


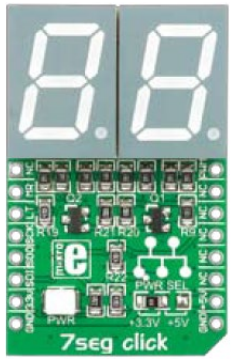
- Új eszköztár:



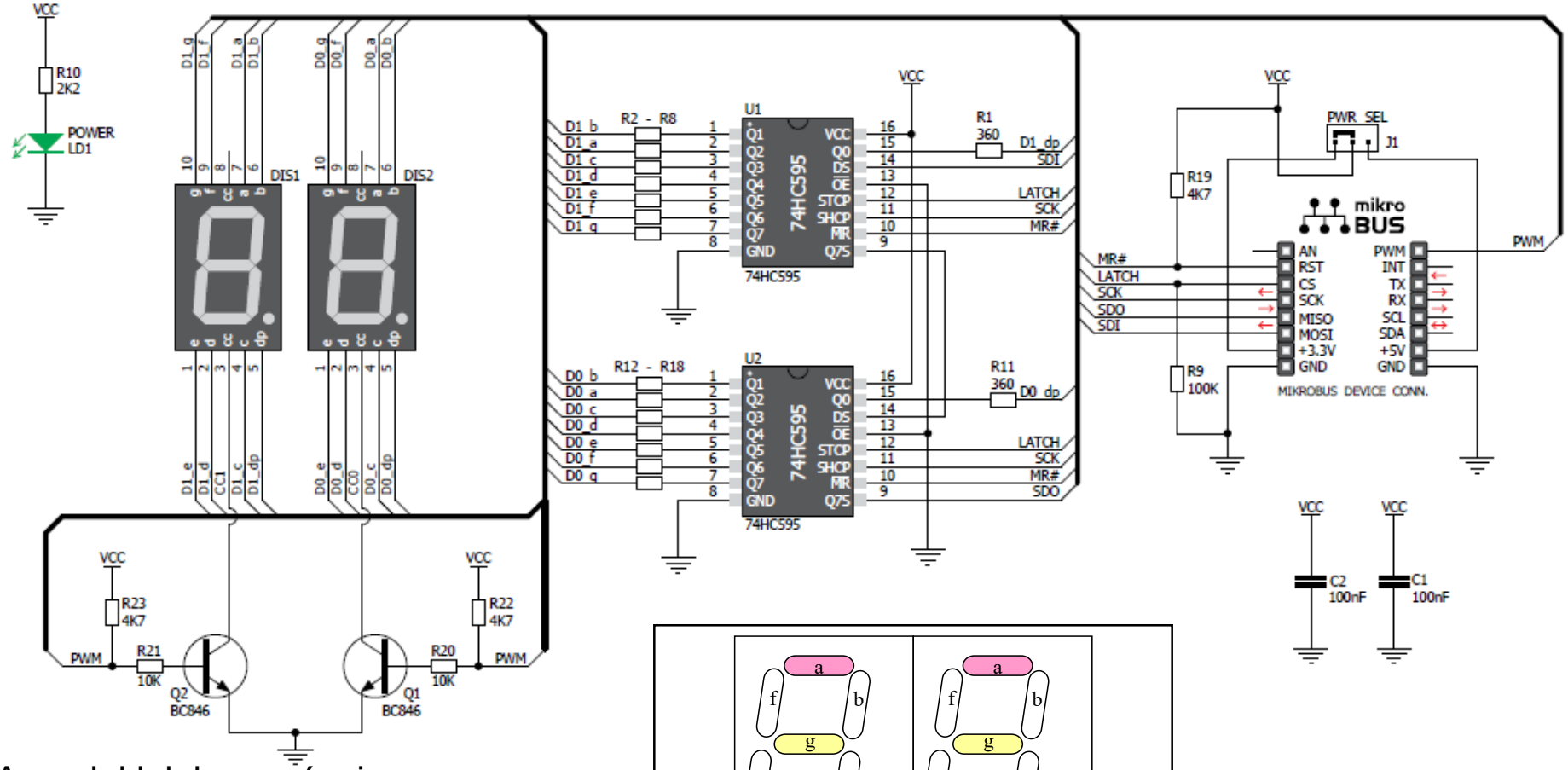
Demókártya (laborhoz)

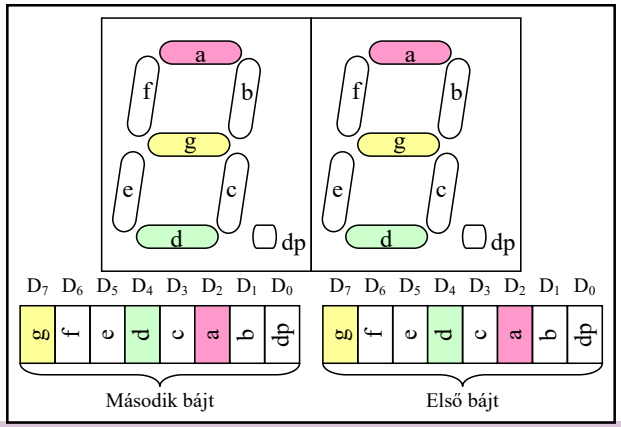
- PIC16F18875 mikrokontroller
- Integrált programozó és debug modul
- 2 nyomógomb, 1 potenciométer, 4 LED
- 2 bővítő modul foglalat (MB1, MB2)
- + kétdigites hétszegmens kijelző modul





Kijelző modul kapcsolási rajza





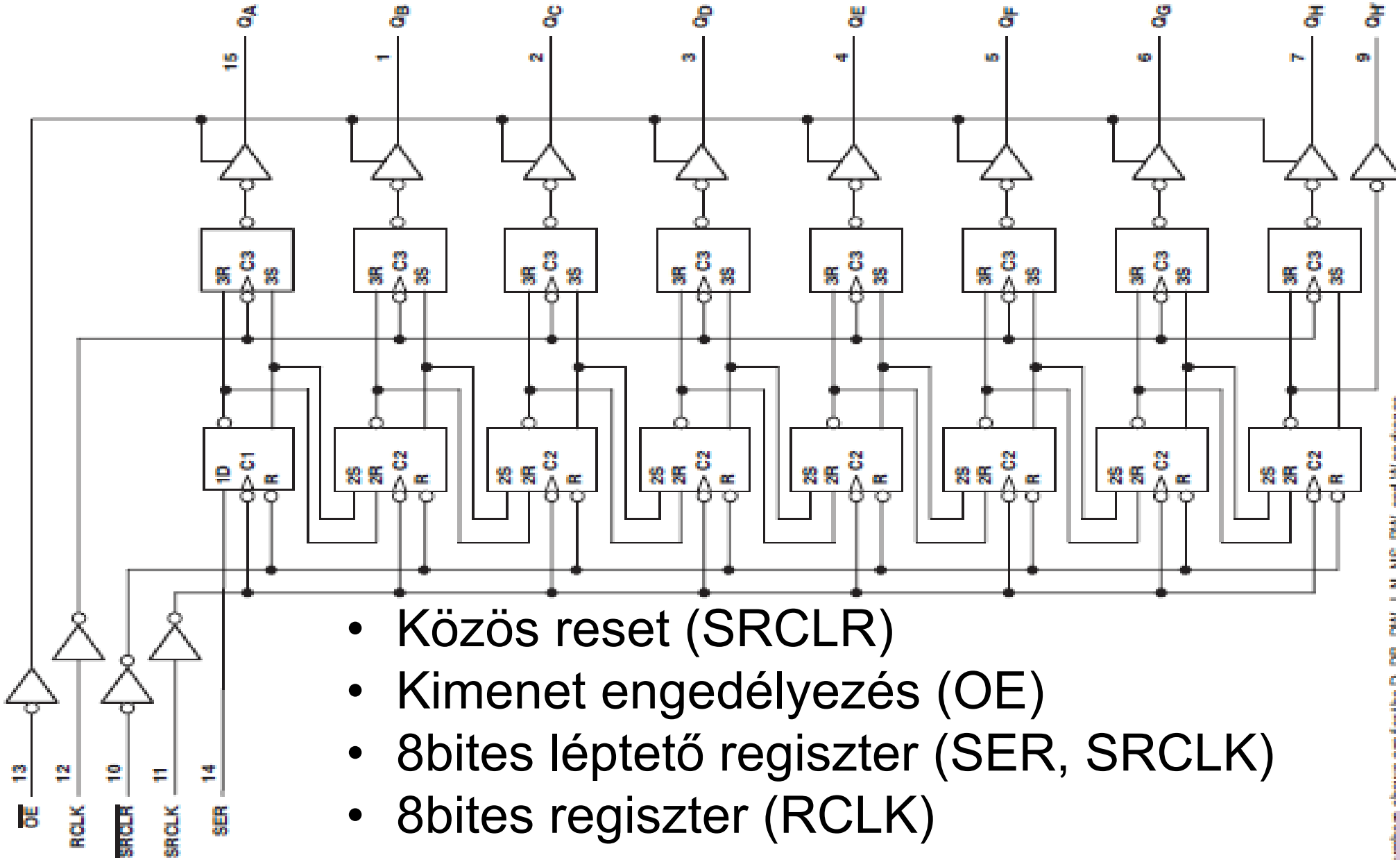
A modul jelelnevezései:

PWM: kimenet engedélyezés

MISO: soros adatkimenet

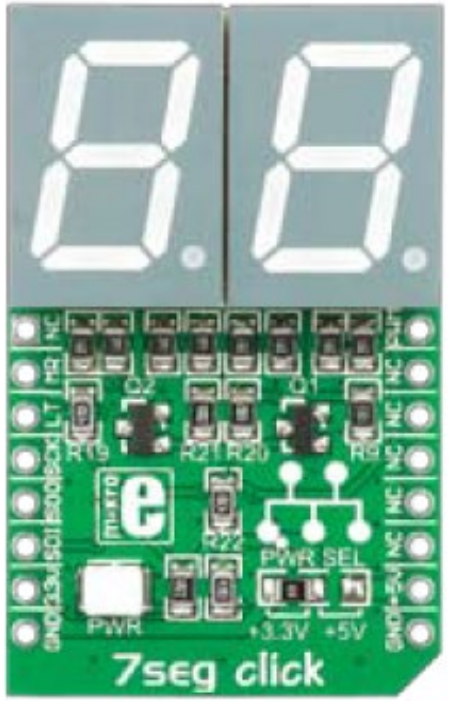
MOSI: soros adatbemenet

Kijelző modul – 74HC595



- Közös reset (SRCLR)
- Kimenet engedélyezés (OE)
- 8bites léptető regiszter (SER, SRCLK)
- 8bites regiszter (RCLK)

A modulhoz tartozó portbitek



Portbit neve	Felhasználása
RA3	MB1 – Regiszter beírás
RD3	MB2 – Regiszter beírás
RB1	Órajel
RB2	Soros adatbemenet
RB3	Soros adatkimenet
RC2	MB1 – kimenet eng.
RD1	MB2 – kimenet eng.
RD0	MB1 – Reset
RD2	MB2 – Reset

Fejlesztői környezet használata

Konkrét példa:

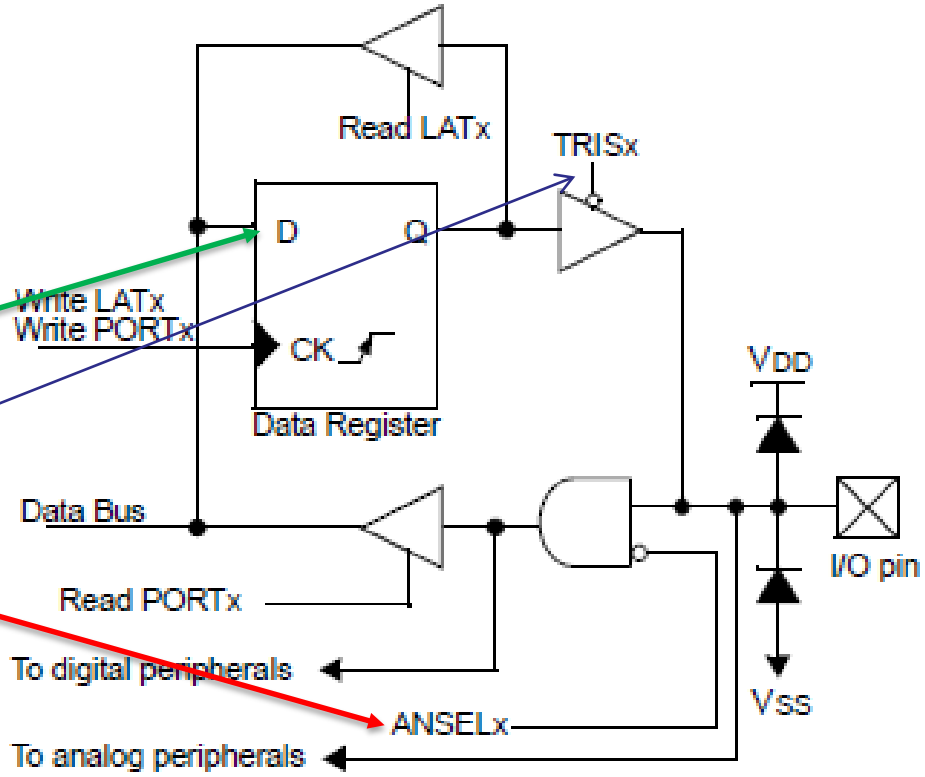
Írjunk asm programot, amely a PORC.5-re kapcsolt nyomógomb lenyomásának hatására 15us hosszú pulzust állít elő a PORTA.7 kimeneten

Program feladatai

- Irányregiszterek beállítása:
  - TRISA7=0 (kimenet)
  - TRISC5=1 (bemenet)
- Időzítő szubrutin elkészítése
- Főciklus a gomb lenyomásának érzékelésére
- Pulzus generálása

Portok kezdőértékeinek beállítása

```
INITPORT:
    BANKSEL ANSELC
    CLRF    ANSELC
    CLRF    ANSELA
    BANKSEL LATA
    CLRF    LATA
    MOVLW   B'01111111'
    MOVWF   TRISA; RA7 Kimenet
    MOVLW   B'11111111'
    MOVWF   TRISC; PORTC Bemenet
    RETURN
```



Késleltető szubrutin

```
Delay15us:
  MOVLW D'38'
D15CK:
  DECFSZWREG,W
  GOTO  D15CK
  RETURN
```

Gombnyomás érzékelése

```
WaitPush:
  BTFSC PORTC,5
  BRA   WaitPush
```

Pulzus előállítása

```
Pulzus:
  BSF    LATA,7
  CALL   Delay15us
  BCF    LATA,7
  CALL   Delay15us
```

Teljes program összeállítása

```
        #include "p16f18875.inc"
        ORG 0
        CLRF        PCLATH
        CALL        INITPORT
WaitPush:
        BTFSC       PORTC,5
        BRA WaitPush
Pulzus:
        BSF LATA,7
        CALL        Delay15us
        BCF LATA,7
        CALL        Delay15us
        GOTO        WaitPush
```

```
INITPORT:
        BANKSEL ANSELA
        CLRF   ANSELA
        CLRF     ANSELC
        BANKSEL      LATA
        CLRF   LATA
        MOVLW B‘01111111‘
        MOVWF TRISA
        MOVLW B’11111111’
        MOVWF TRISC
        RETURN
Delay15us:
        MOVLW D‘38'
D15CK:
        DECFSZ       WREG,W
        GOTO   D15CK
        RETURN
        END
```

Szimuláció

MPLAB X IDE v4.20 - pulzusteszt : default

```
#include "p16f18875.inc"
org 0
START:
    CLRF    PCLATH
    CALL    INITPORT
WaitPush:
    BTFSC   PORTC,5
    BRA     WaitPush
Pulzus:
    BSF LATA,7
    CALL    Delay15us
    BCF LATA,7
    CALL    Delay15us
    GOTO    WaitPush
INITPORT:
    Banksel ANSELC
    CLRF    ANSELC
    CLRF    ANSELA
```

Stimulus

Fire	Pin	Action	Value	Units	Comments
	RC5	Toggle			Optional comment here.

Logic Analyzer — pulzusteszt

Volts — Instruction Cycles — RC5 — RA7

Ha folyamatosan nyomják a gombot folyamatosan jönnek pulzusok…

→ Hogyan lehetne ezt elkerülni?

Várjuk meg a gomb elengedését is

```
    #include "p16f18875.inc"
    ORG 0
    CLRF        PCLATH
    CALL        INITPORT
WaitRelease:
    BTFSS    PORTC,5
    BRA      WaitRelease
WaitPush:
    BTFSC       PORTC,5
    BRA         WaitPush
Pulzus:
    BSF LATA,7
    CALL        Delay15us
    BCF LATA,7
    CALL        Delay15us
    GOTO        WaitRelease
```

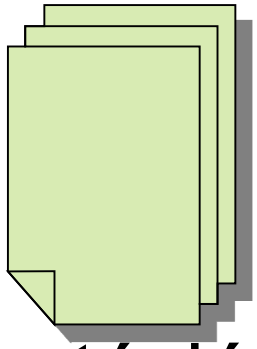
```
INITPORT:
        BANKSEL ANSELA
        CLRF  ANSELA
        CLRF    ANSELC
        BANKSEL     LATA
        CLRF  LATA
        MOVLW B'01111111'
        MOVWF TRISA
        MOVLW B'11111111'
        MOVWF TRISC
        RETURN
Delay15us:
        MOVLW D'38'
D15CK:
        DECFSZ      WREG,W
        GOTO  D15CK
        RETURN
        END
```

Program letöltés

- A tényleges hardverbe programozáshoz szükséges a konfigurációs bitek megadása:

```
__CONFIG _CONFIG1, 0x3F8C
__CONFIG _CONFIG2, 0x3F3F
__CONFIG _CONFIG3, 0x3F9F
__CONFIG _CONFIG4, 0x3FFF
__CONFIG _CONFIG5, 0x3FFF
```

A témához kapcsolódó anyagok



- Microchip weboldala
  http://www.microchip.com
- MPLABX fejlesztői környezet és dokumentáció letöltése
  https://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide
- Online help a mikrokontrollerhez és a fejlesztői környezethez
  http://microchipdeveloper.com/mcu1102:start
- Tárgy honlapján
  https://www.iit.bme.hu