Temat 6. Pakiet MPLAB IDE

Pakiet MPLAB IDE jest bezpłatnym zintegrowanym środowiskiem programistycznym dla Mikrokontrolerów z rodziny Microchip PIC, który umożliwia:
- pisanie programów,
- kompilowanie programów w językach C i asembler,
- sterowanie programatorami mikrokontrolerów,
- symulację programową mikrokontrolera (bez dodatkowych układów zewnętrznych).

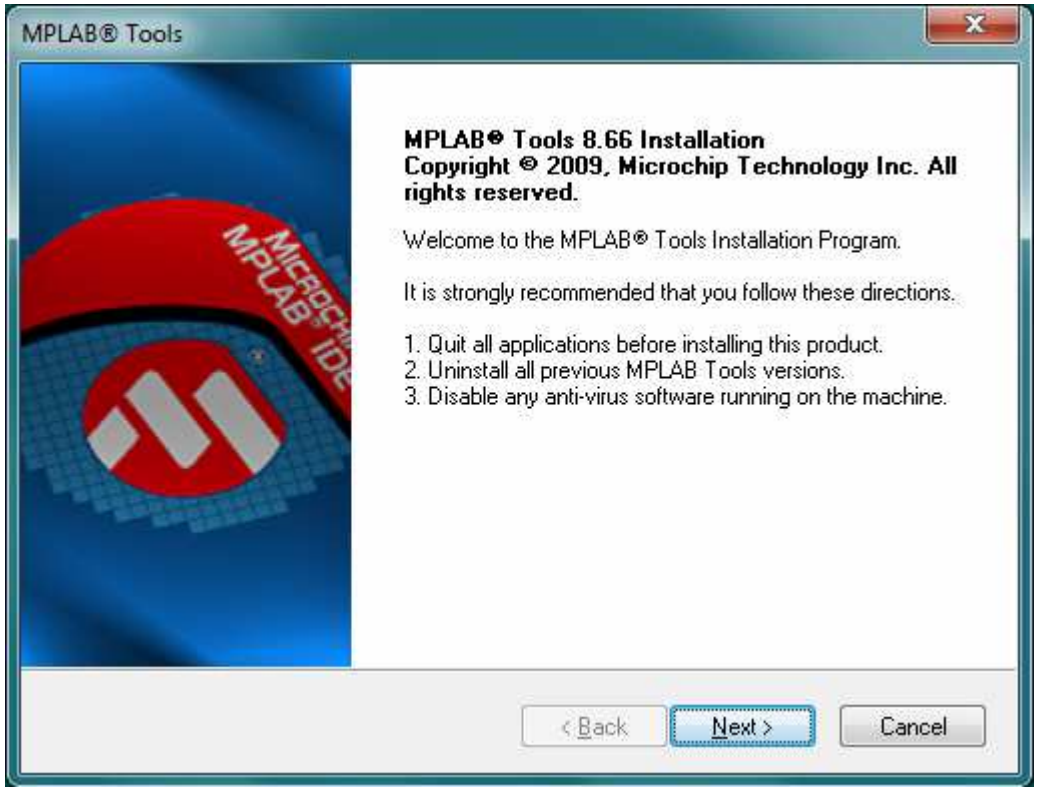
Skąd można pobrać instalator MPLAB IDE?

1). Archiwum programów na stronie producenta:
https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/archives/mplab-ecosystem
(nie wymaga rejestracji)

2). Materiały do przedmiotu Technika cyfrowa:
https://fizyka.p.lodz.pl/pl/dla-studentow/fizyka-tech/tc/

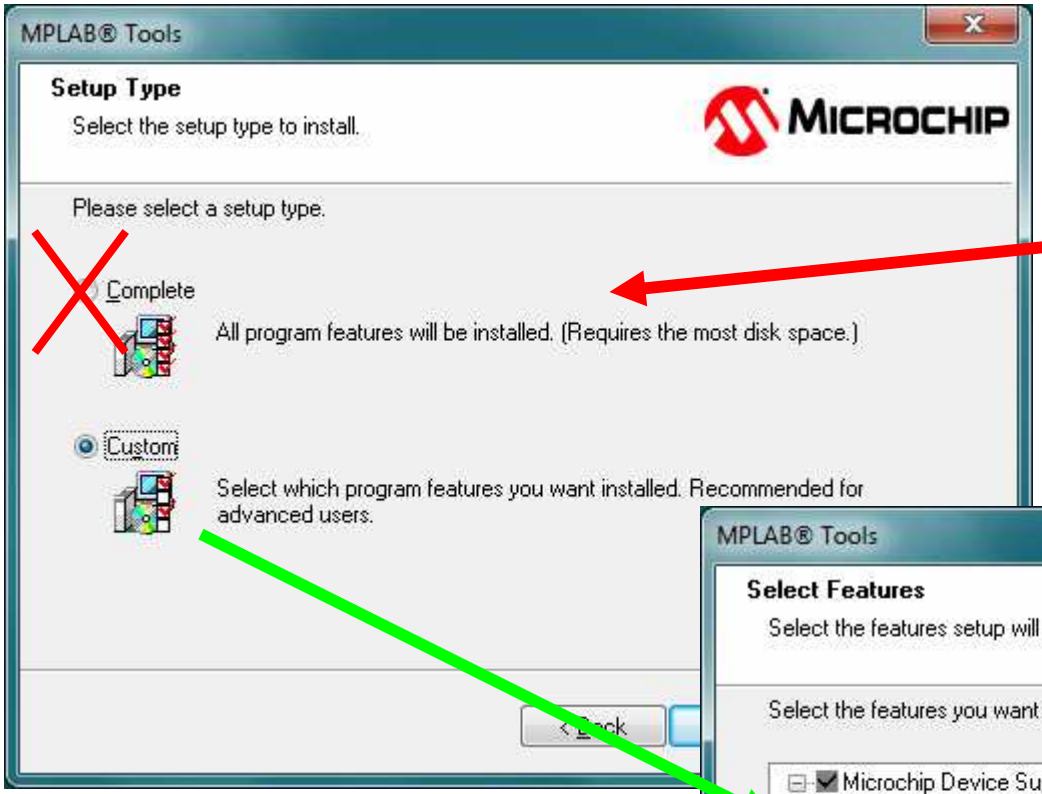
6.1. Instalacja MPLAB IDE

Zalecana jest starsza wersja MPLAB IDE 8.66 + HI-TECH C Compiler 9.81, bo:
- nowsze wersje nie zawierają załączonego kompilatora HI-TECH C,
- mogą mieć odmienną obsługę niż opisano w materiałach do zajęć,
- najnowszy pakiet MPLAB IDE X nie obsługuje starszych programatorów (w tym Picstart PLUS na wyposażeniu laboratorium techniki cyfrowej).

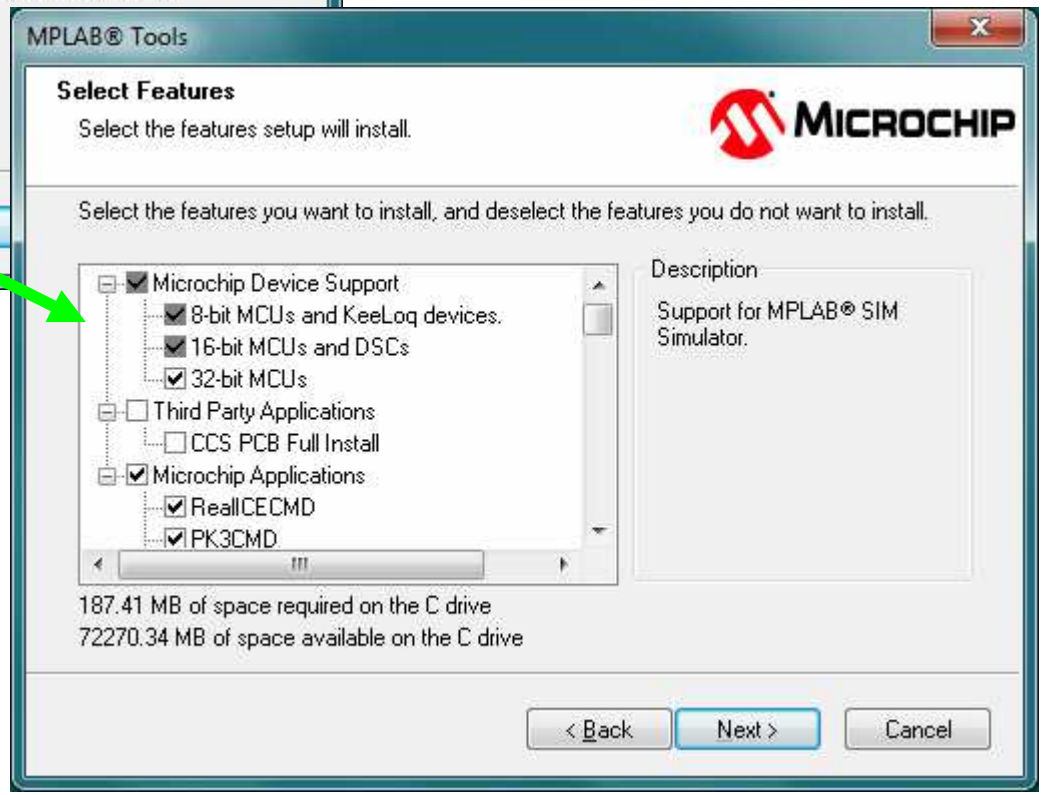


Rys. 6.1. Okno startowe instalatora.

Instalacja MPLAB IDE c.d. …



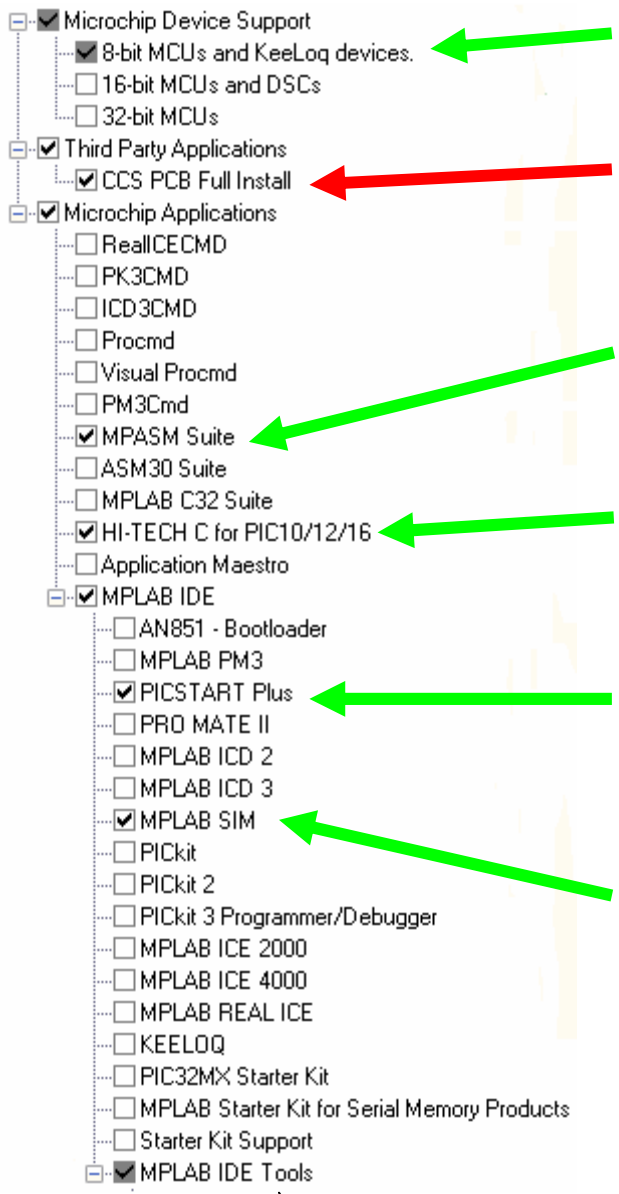
Instalacja pełna - nie zalecana
instaluje mnóstwo składników zbędnych na zajęciach z Techniki Cyfrowej



Po wyborze „Custom” wiele zbędnych składników jest domyślnie wybranych.

Instalacja MPLAB IDE c.d. …

- składniki niezbędne do zajęć Techniki Cyfrowej



8-bit MCUs - urządzenia 8-bitowe

CCS PCB - opcjonalnie?

Ten kompilator nie oferuje pełnego języka C

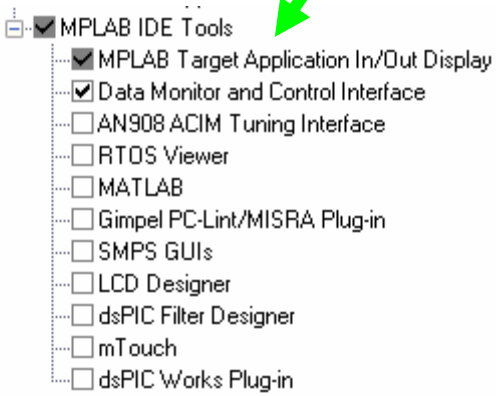
MPASM Suite
asembler urządzeń 8-bitowych

HI-TECH C for PIC10/12/16
zalecany kompilator języka C

PICSTART Plus
programator mikrokontrolerów
dostępny w pracowni

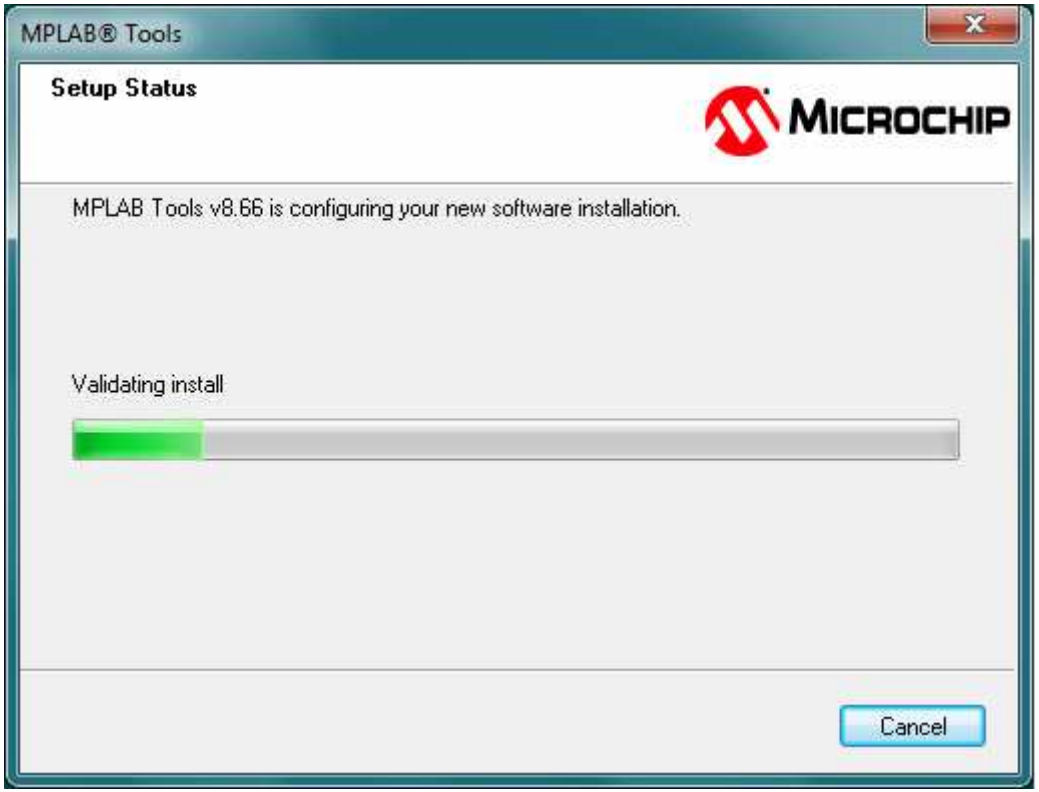
MPLAB SIM
symulator
programowy
mikrokontrolera

Przydatne narzędzia kontroli
i wyświetlania

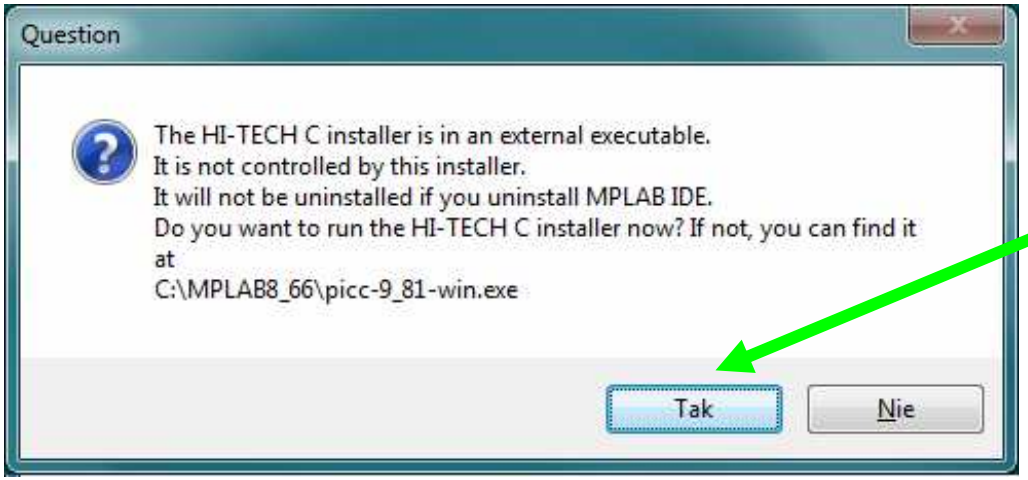


Instalacja MPLAB IDE c.d. …

1)



2)



Instalator pakietu MPLAB wywołuje zewnętrzny instalator dla kompilatora HI-TECH C

Wybrać „Tak” żeby zainstalować kompilator HI-TECH C

6.2. Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE

Krok 1

Decyzja czy tworzymy projekt?

program w standardowym asemblerze MPASM

program w innym języku, np.:
- HI-TECH C for PIC10/12/16,
- CCS C Compiler

program jednoplikowy można skompilować bez projektu

✓ **zalecane w instrukcji do ćw. E58**

Kompilacja bez projektu odbywa się w kontekście bieżących ustawień w MPLAB IDE.

możliwe utworzenie projektu

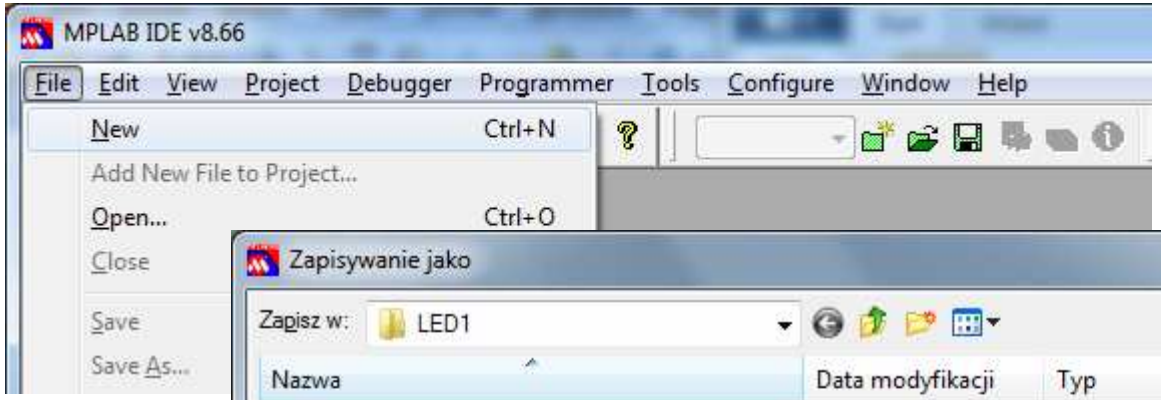
konieczne utworzenie projektu

✓ **instrukcja do ćw. E59**

W pliku projektu *.mcp zapisane są m.in.:
- lista plików źródłowych programu,
- wybór mikrokontrolera i bity konfiguracyjne,
- opcje kompilatora.

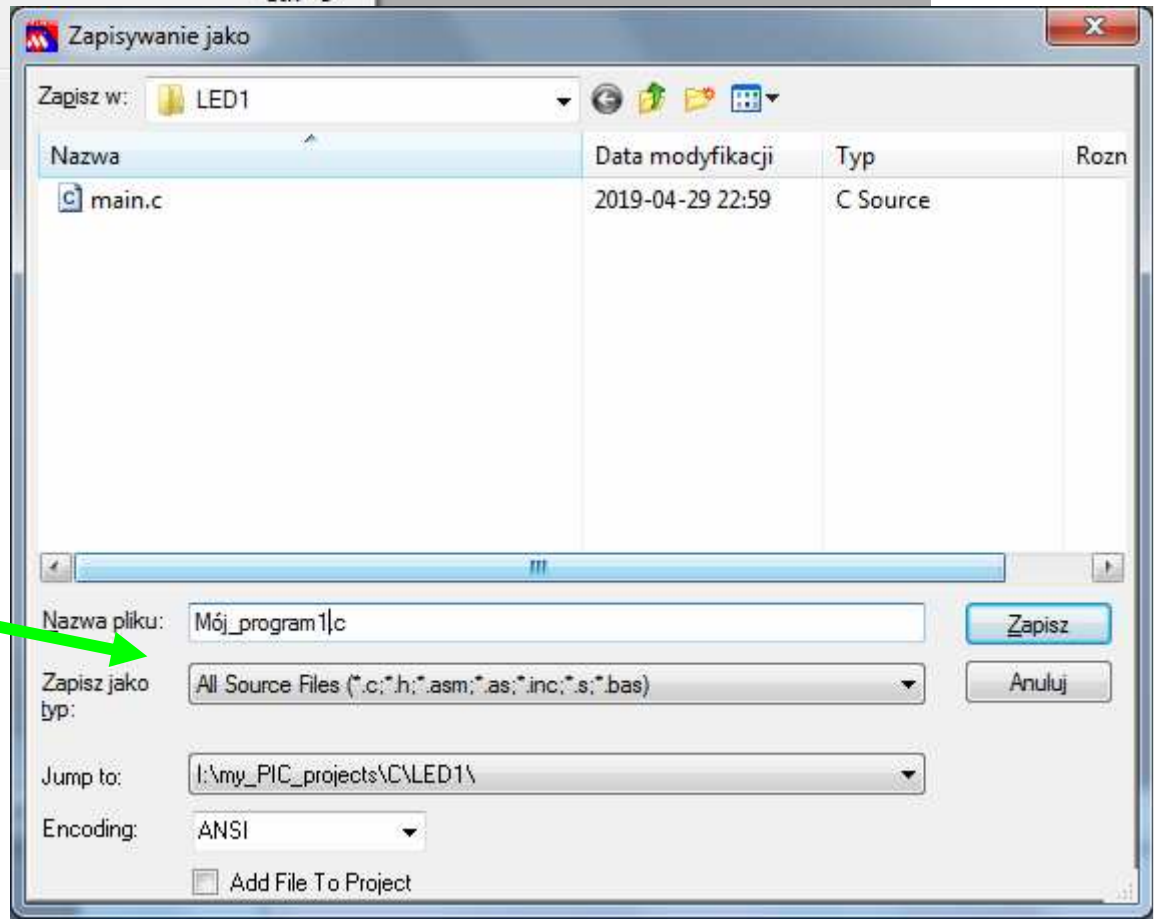
Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …
wersja uproszczona tworzenia bez projektu

Krok 2
Edycja nowego programu albo otwarcie istniejącego pliku



Krok 3
Program zapisać do pliku z rozszerzeniem odpowiednim dla języka, np.:

.asm – asembler

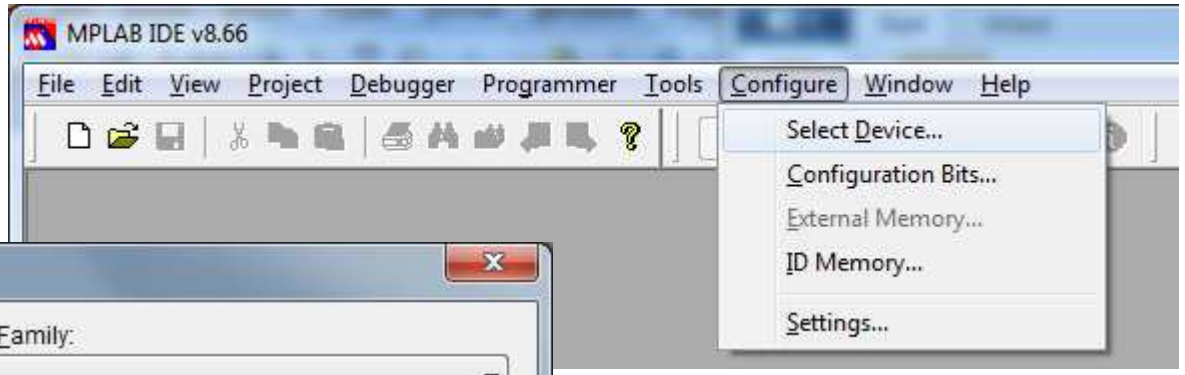


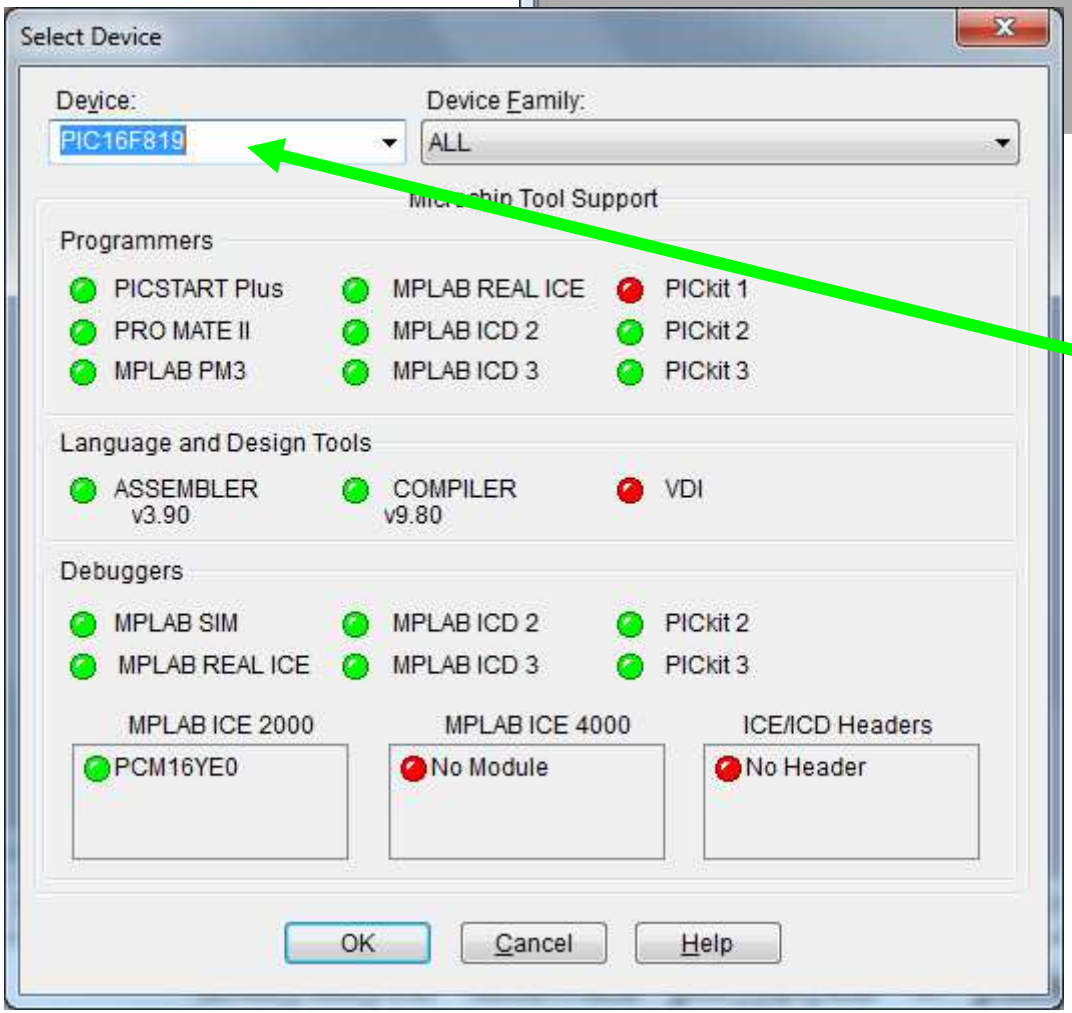
UWAGA: nieodpowiednie rozszerzenie nazwy pliku uniemożliwi użycie kompilatora.

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …

wersja uproszczona tworzenia bez projektu

Krok 4: wybór typu układu



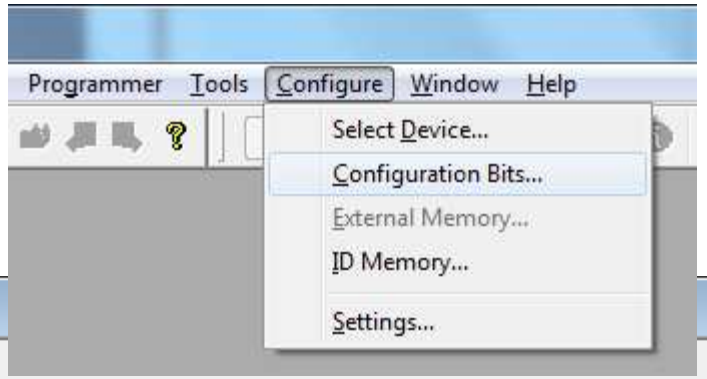


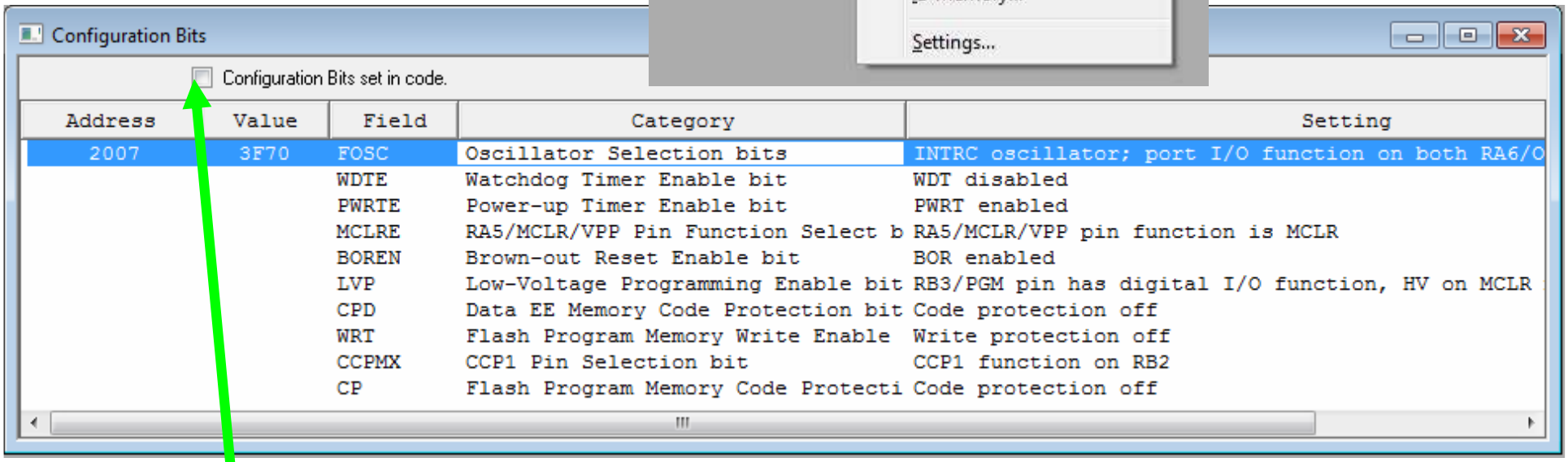
Wybrać jeden z układów udostępnianych w lab. Techniki Cyfrowej:

PIC16F84A,
PIC16F819,
PIC16F877A.

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …

Krok 5: ustawienie bitów konfiguracyjnych układu





Jeśli włączone, to bity konfiguracyjne są ustawiane komendą __config umieszczoną w tekście programu.

UWAGA: pozostawienie bez zmian początkowych ustawień bitów konfiguracyjnych może okazać się błędnym wyborem, który uniemożliwi działanie programu!

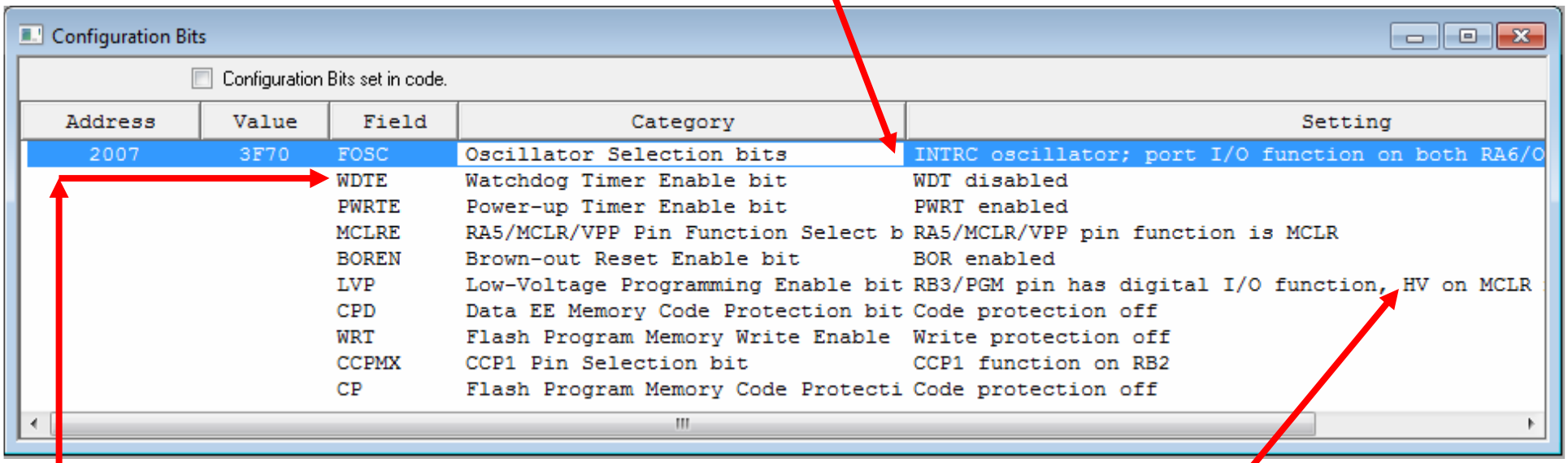
Należy zapoznać się ze znaczeniem poszczególnych bitów konfiguracyjnych opisanym w instrukcji do ćw. E58, rozdział 3.3.

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …

Krok 5 c.d. …

szczególną uwagę zwrócić na:

Zestaw uruchomieniowy ZL4PIC umożliwia tylko:
XT – oscylator kwarcowy średniej częstotliwości,
INTRC – wewnętrzny oscylator RC.



Address	Value	Field	Category	Setting
2007	3F70	FOSC	Oscillator Selection bits	INTRC oscillator; port I/O function on both RA6/O
		WDTE	Watchdog Timer Enable bit	WDT disabled
		PWRTE	Power-up Timer Enable bit	PWRT enabled
		MCLRE	RA5/MCLR/VPP Pin Function Select b	RA5/MCLR/VPP pin function is MCLR
		BOREN	Brown-out Reset Enable bit	BOR enabled
		LVP	Low-Voltage Programming Enable bit	RB3/PGM pin has digital I/O function, HV on MCLR
		CPD	Data EE Memory Code Protection bit	Code protection off
		WRT	Flash Program Memory Write Enable	Write protection off
		CCPMX	CCP1 Pin Selection bit	CCP1 function on RB2
		CP	Flash Program Memory Code Protecti	Code protection off

Wyłączyć Watchdog Timer, tzn. wybrać „WDT disabled”.

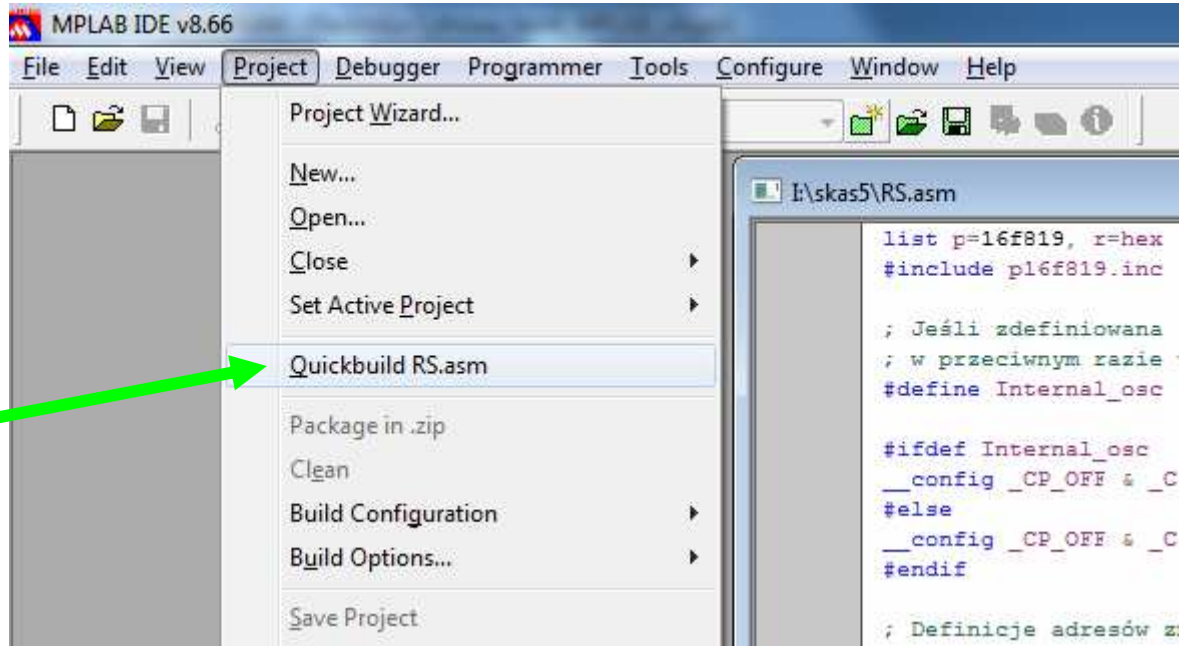
Watchdog Timer jest zegarem, który po przepełnieniu licznika powoduje reset mikrokontrolera. Poprawne używanie Watchdog Timer wymaga jawnego zerowania licznika wewnątrz każdej długo trwającej pętli programu.

Opis wszystkich bitów konfiguracyjnych znajduje się w instrukcji do ćwiczenia laboratoryjnego E58 [4].

Wybrać HV (High-voltage programming), w przeciwnym razie pin RB3 mikrokontrolera nie działała jako wejście/wyjście podczas wykonywania programu.

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …
wersja uproszczona tworzenia bez projektu

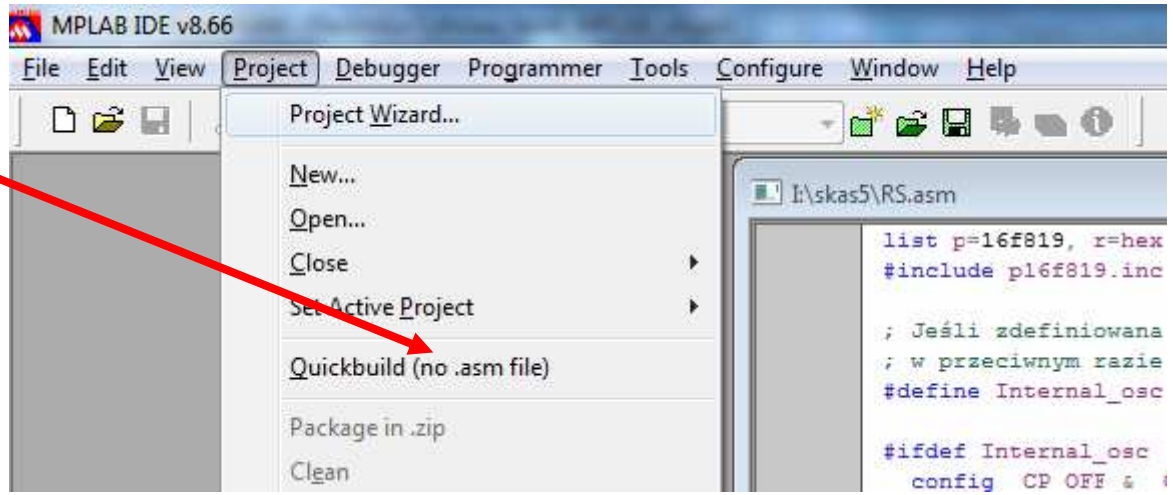
Krok 6. Kompilacja programu w asemblerze



Quickbult kompiluje program z aktywnego okna edytora

Co się stało?

Nie można skompilować programu otwartego w edytorze!



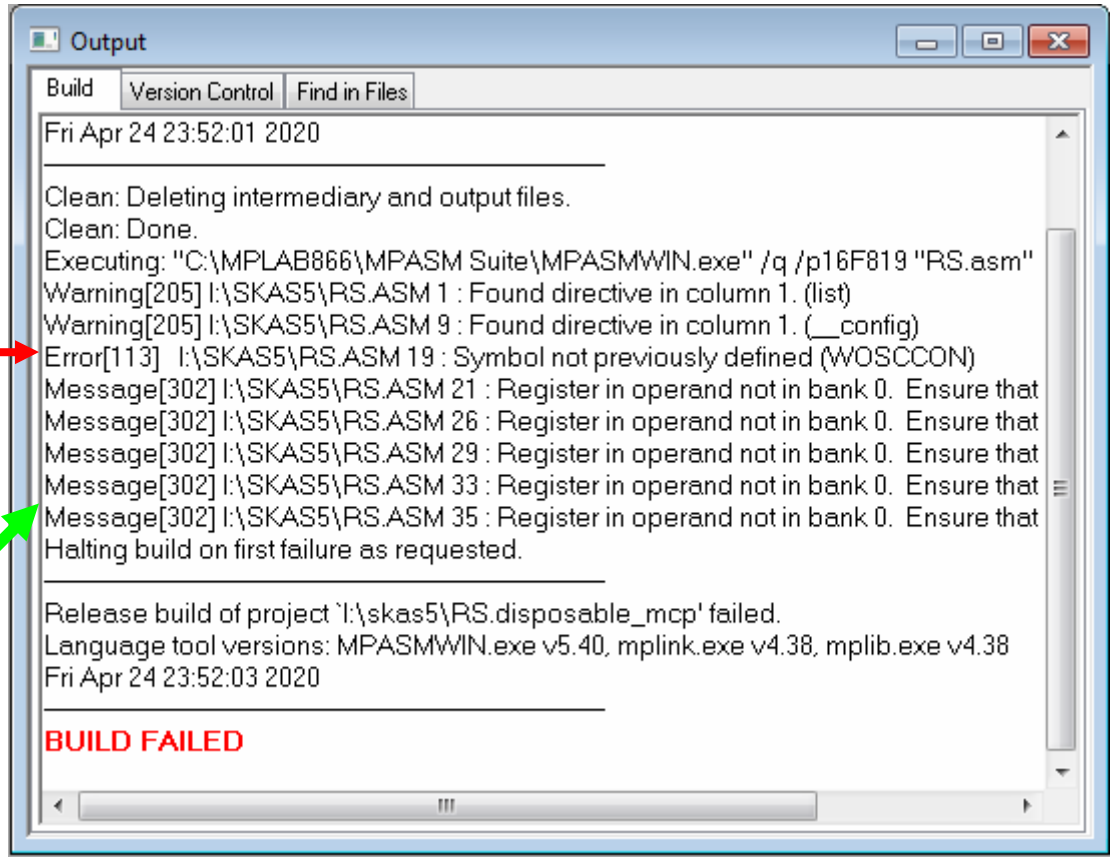
Rozwiązanie

Okno z programem musi być wybrane (można w nim pisać z klawiatury, widoczny kursor).

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …

Krok 7. Poprawianie błędów w programie.

Dwukliknięcie przenosi szybko do miejsca błędu w edytorze

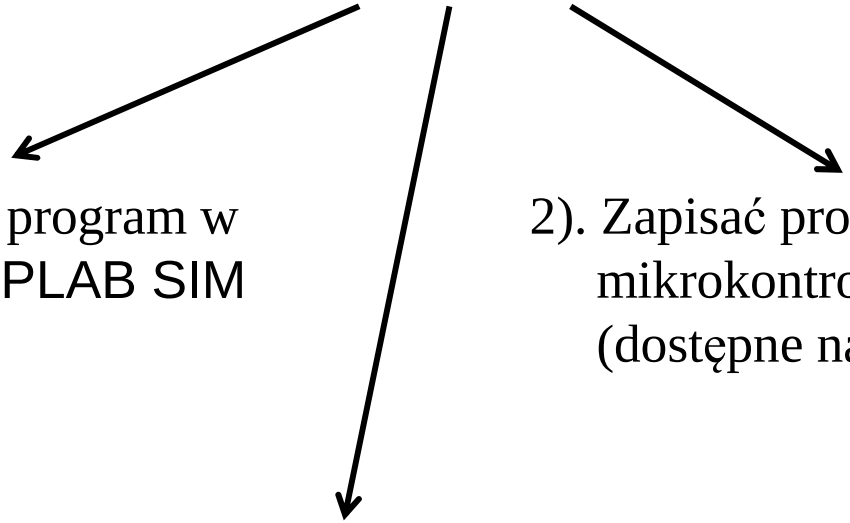


Liczne ostrzeżenia (*ang. warning*)
i wiadomości (*ang. message*) nie muszą oznaczać błędów koniecznych do poprawienia.

Szybkie rozpoczęcie pracy w MPLAB IDE c.d. …

Krok 8.

Co zrobić ze skompilowanym programem?



1). Uruchomić program w symulatorze MPLAB SIM (rozdział 6.3).

2). Zapisać program do pamięci mikrokontrolera (dostępne na zajęciach w pracowni).

3). Kompilator zapisuje w folderze programu plik wyjściowy *.hex.

Ten plik można zaimportować do MPLAB żeby:

- przejrzeć kod programu (dostępny odwrotny assembler),
- przejrzeć ustawienia bitów konfiguracyjnych mikrokontrolera,
- uruchomić program w symulatorze,
- zapisać do pamięci mikrokontrolera.

6.3. Programowa symulacja mikrokontrolera

Co to jest MPLAB SIM ?

MPLAB SIM jest symulatorem mikrokontrolerów PIC i dsPIC razem z większością ich wbudowanych układów peryferyjnych. Umożliwia:

+ wykonywanie ciągłe programu oraz śledzenie krokowe,

+ ustawianie wartości rejestrów lub ich pojedynczych bitów,

+ śledzenie bieżących wartości rejestrów, pamięci i stosu wywołań.

MPLAB SIM nie umożliwia:

- symulacji zewnętrznych układów wej./wyj., np. wyświetlacze numeryczne i alfanumeryczne, głośnik, realne przyciski z wibracją styków...

- symulacji wej./wyj. na poziomie pinów układu, dostępny jest tylko poziom rejestrów, np. RB0 reprezentuje wartość w bicie 0 rejestru PORTB, a nie wartość odczytaną z pinu o nazwie RB0 (w realnych układach podłączone pojemności i zwarcia powodują różnicę pomiędzy wartością ustawioną na pinie i po chwili odczytaną),

- funkcjonalność przetwornika A/D i komparatorów analogowych jest symulowana na poziomie rejestrów, co jednak trudno wykorzystać z powodu braku możliwości zadawania dowolnych napięć na wejściach analogowych.

Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 1. Otwarcie programu do wykonania

Wariant A – ze źródła

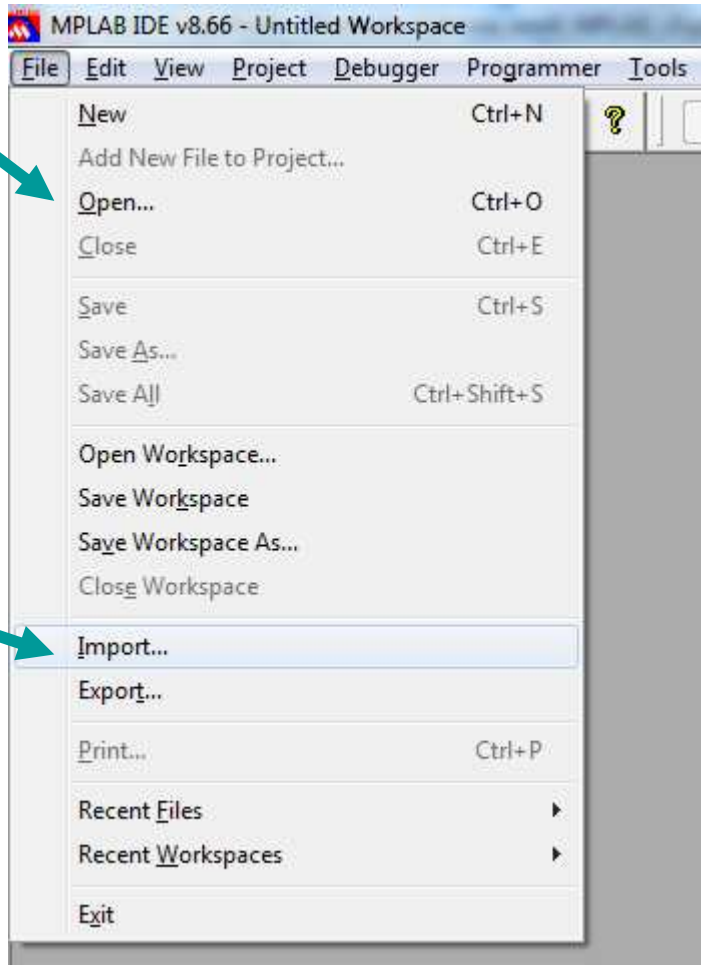
- otworzyć źródło programu,
- ustawić typ układu,
- ustawić bity konfiguracyjne,
- skompilować program

Postępowanie opisane wcześniej rozdziale 6.2

Wariant B – z pliku z kodem

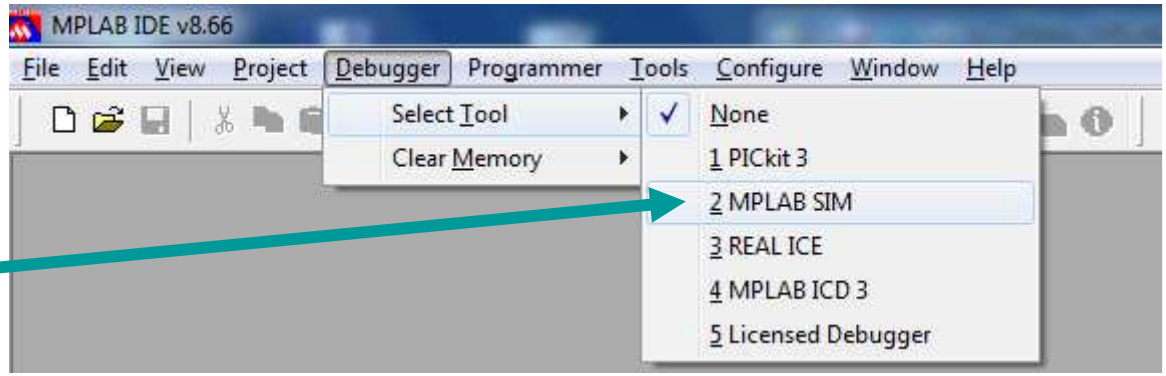
- ustawić najpierw typ układu,
- zaimportować kod z pliku *.hex

Bity konfiguracyjne są wczytywane z pliku *.hex



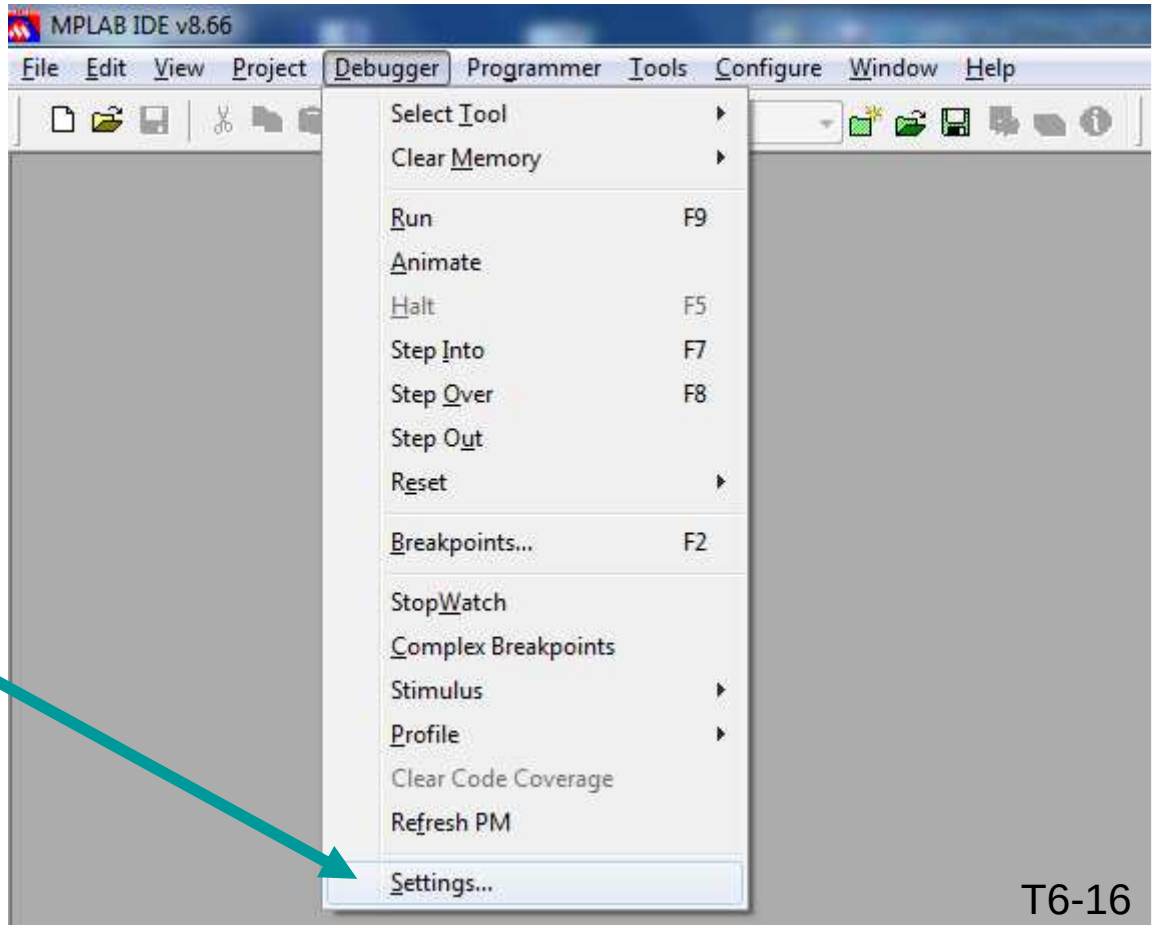
Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 2. Wybór symulatora



➢Wybrać MPLAB SIM jako aktywne narzędzie.

Menu Debugger dostosuje się samoczynnie do wybranego narzędzia

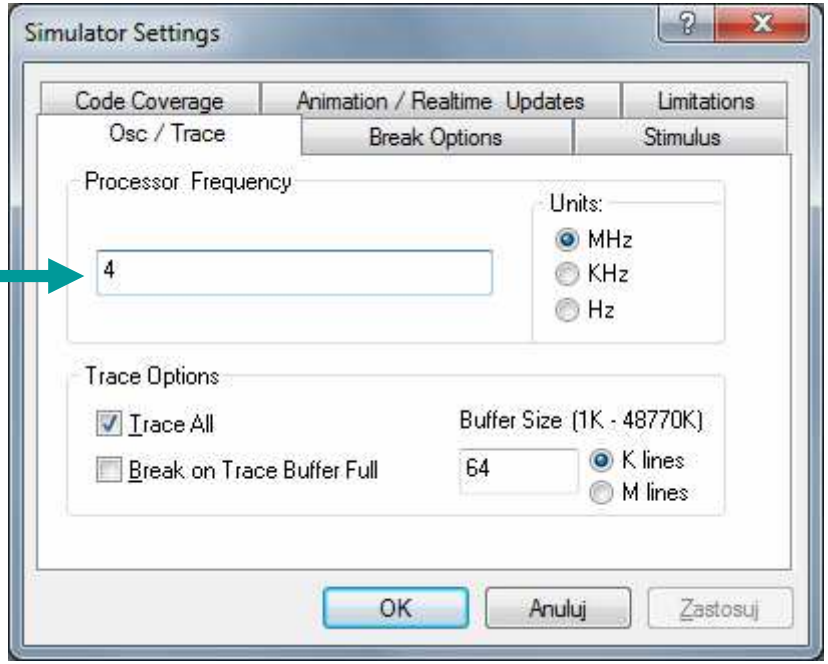


➢Otworzyć menu Settings... (ustawienia)

Programowa symulacja mikrokontrolera

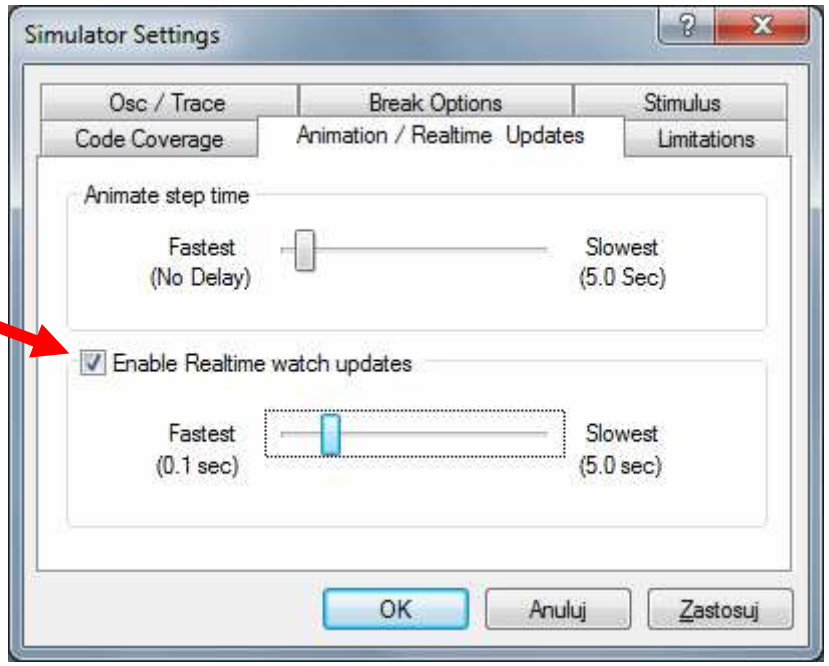
Krok 3. Konfigurowanie symulatora

➢Ustawić częstotliwość taktowania mikrokontrolera (dotyczy symulacji w czasie rzeczywistym „realtime”).



Zestaw uruchomieniowy ZL4PIC dostępny w lab. techniki cyfrowej umożliwia tylko:
+ rezonator kwarcowy 4 MHz,
+ wewnętrzny oscylator RC,
np. 8 MHz w układzie PIC16F819.

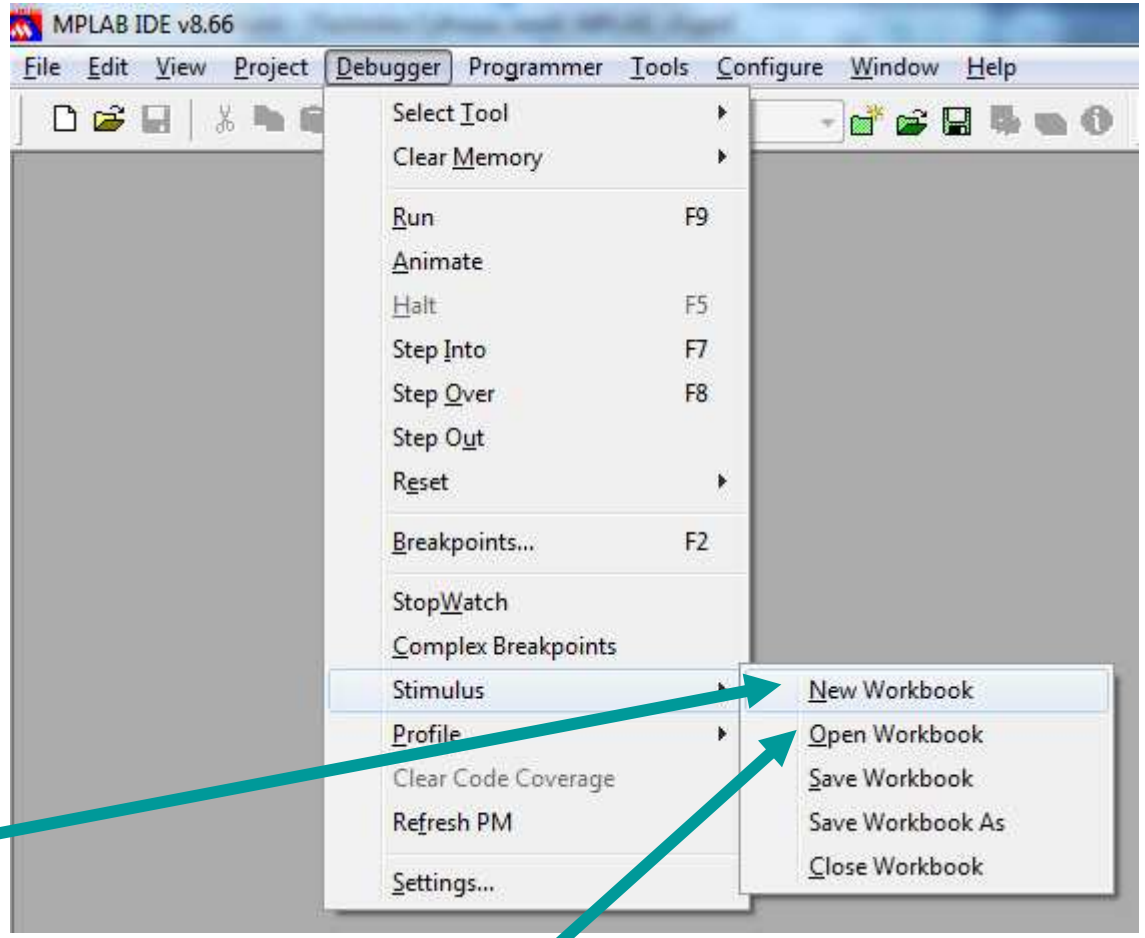
➢Umożliwić podgląd aktualnych wartości rejestrów i pamięci podczas symulacji „realtime”.



Ta opcja jest domyślnie wyłączona, co uniemożliwia podgląd bieżących wartości rejestrów i pamięci podczas pracy symulatora w czasie rzeczywistym, a zmiany będą pokazane dopiero po wstrzymaniu symulacji (menu „Halt”).

Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 4. Ustawienie wymuszeń na wejściach



➢Otworzyć nowe puste okno „Stimulus”…

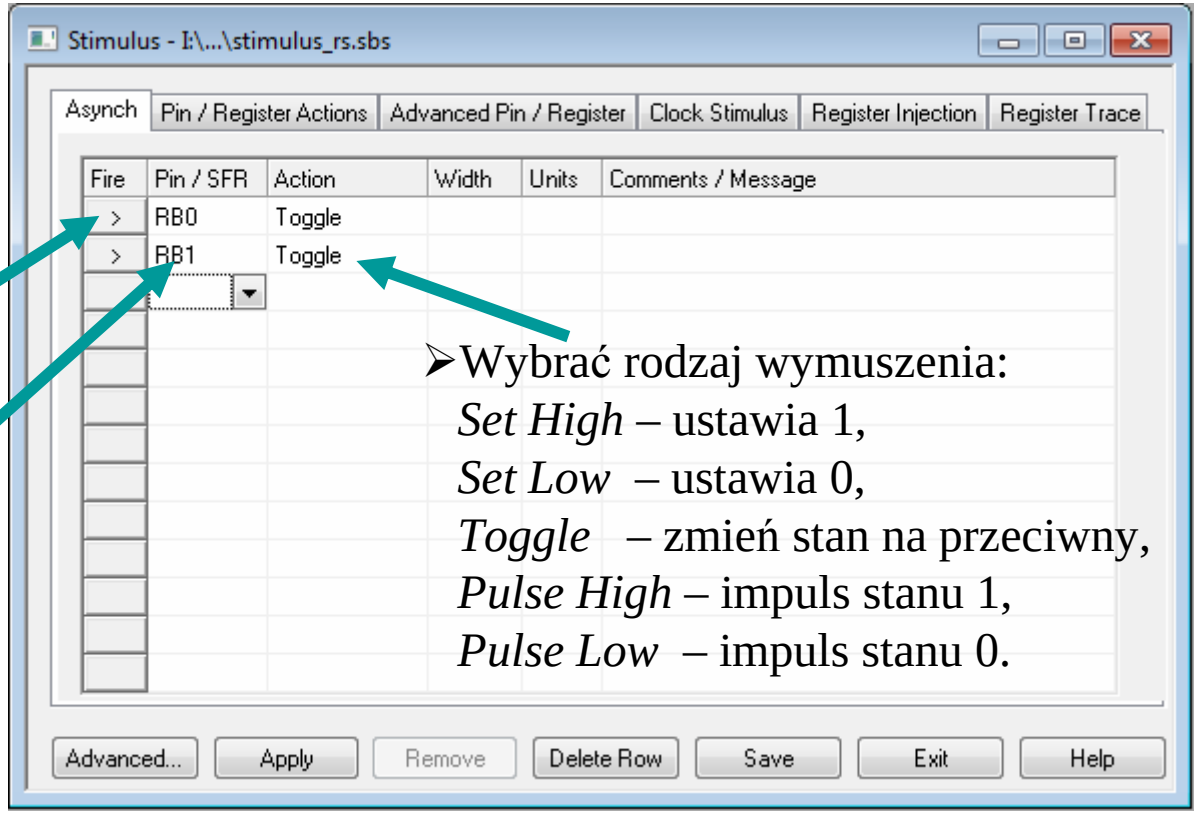
… a jeśli mamy już plik z zapisem stanu okna „Stimulus”, to można go teraz otworzyć.

Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 4. Ustawienie wymuszeń na wejściach c.d. …

Przycisk aktywujący akcję podczas pracy symulatora

➢Wybrać odpowiednie bity w rejestrze PORTB kontrolującym wej./wyj.



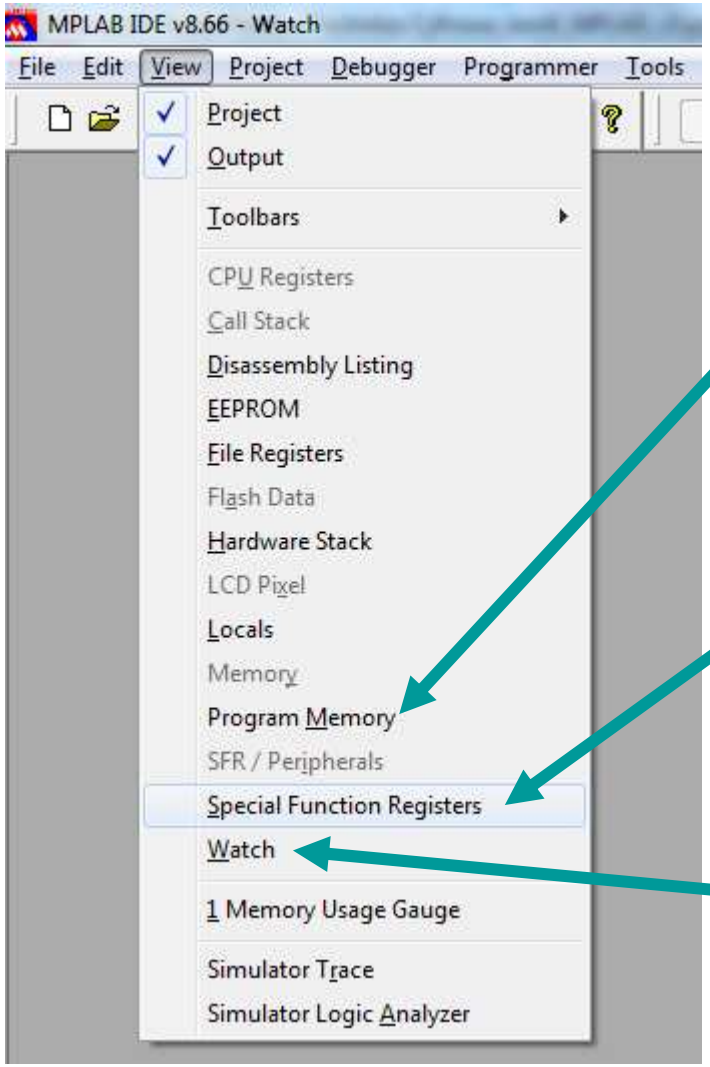
➢Wybrać rodzaj wymuszenia:
Set High – ustawia 1,
Set Low – ustawia 0,
Toggle – zmień stan na przeciwny,
Pulse High – impuls stanu 1,
Pulse Low – impuls stanu 0.

UWAGA: w celu zachowania zgodności z przyciskami zestawu ZL4PIC (dostępny w pracowni) zaleca się ograniczenie do:
RB0 (przycisk S1), RB1 (przycisk S2), RB3 (przycisk S3), RB4 (przycisk S4), RB5 (przycisk S5) – tylko z układem PIC16F819.

UWAGA: przyciski S1…S5 w zestawie ZL4PIC wymuszają 0 podczas ich przytrzymywania. Do ich symulacji najbardziej odpowiednia jest akcja „Toggle”.

Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 5. Otwarcie okien do podglądu wyników działania symulatora



Najczęściej przydające się okna:

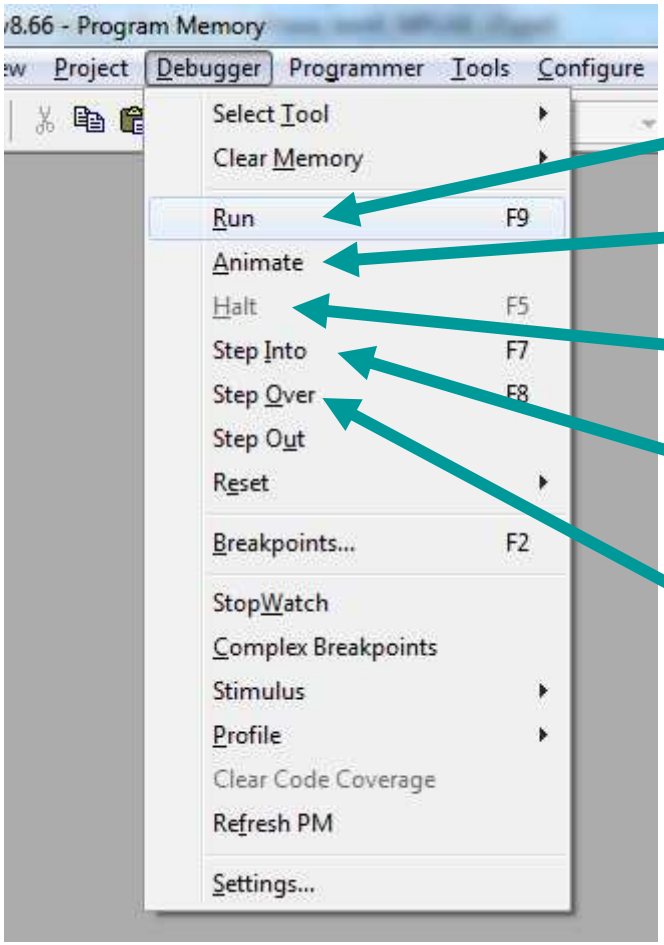
✓ Podgląd pamięci programu z możliwością translacji na instrukcje asemblera (przydatne przy imporcie z pliku *.hex, bo wtedy nie widzimy źródła programu).

✓ Podgląd wszystkich rejestrów mikrokontrolera, w tym 8-bitowe rejestry PORTA i PORTB, których bity RA0, RA1, …, RB0, RB1, … kontrolują wejścia/wyjścia dwustanowe.

✓ Pokaż tylko rejestry i zmienne wybrane z listy.

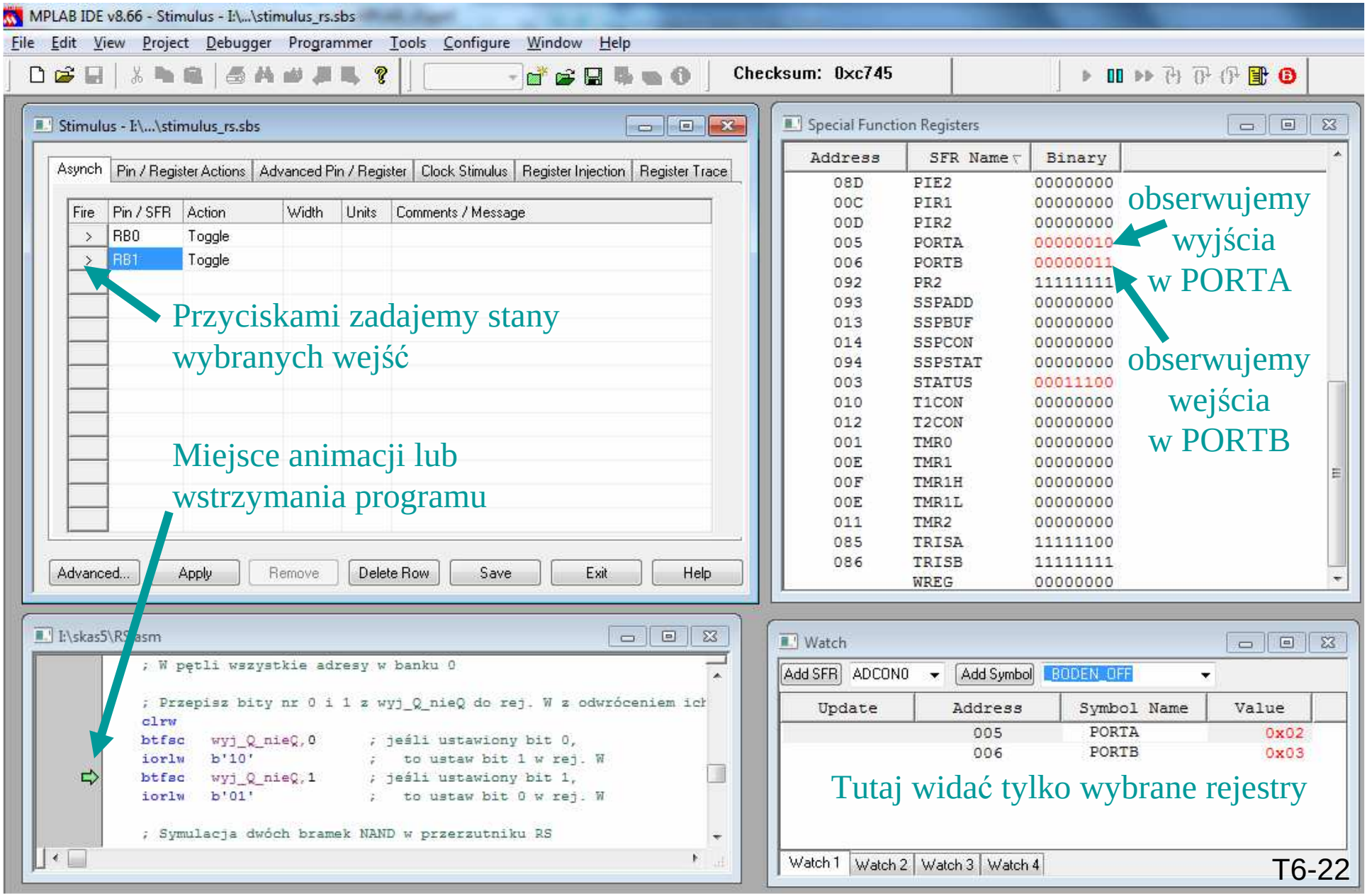
Programowa symulacja mikrokontrolera

Krok 6. Uruchomienie symulacji



Sposoby wykonywania programu:

- ✓ Run - symulacja w czasie rzeczywistym.
- ✓ Animate - spowolnione wykonywanie z animacją na oknie instrukcji.
- ✓ Halt - wstrzymanie wykonywania instrukcji,
- ✓ Step Into - wykonywanie krokowe po jednej instrukcji,
- ✓ Step Over - wykonywanie krokowe ale wykonanie procedury wywoływanej instrukcją CALL jest jednym krokiem.


MPLAB IDE v8.66 - Stimulus - I:\...\stimulus_rs.sbs
File Edit View Project Debugger Programmer Tools Configure Window Help
Checksum: 0xc745
Stimulus - I:\...\stimulus_rs.sbs
Asynch
Pin / Register Actions
Advanced Pin / Register
Clock Stimulus
Register Injection
Register Trace
Fire
Pin / SFR
Action
Width
Units
Comments / Message
RB0
Toggle
RB1
Toggle
Advanced...
Apply
Remove
Delete Row
Save
Exit
Help
Przyciskami zadajemy stany wybranych wejść
Miejsce animacji lub wstrzymania programu
Special Function Registers
Address
SFR Name
Binary
08D PIE2 00000000
00C PIR1 00000000
00D PIR2 00000000
005 PORTA 00000010
006 PORTB 00000011
092 PR2 11111111
093 SSPADD 00000000
013 SSPBUF 00000000
014 SSPCON 00000000
094 SSPSTAT 00000000
003 STATUS 00011100
010 T1CON 00000000
012 T2CON 00000000
001 TMR0 00000000
00E TMR1 00000000
00F TMR1H 00000000
00E TMR1L 00000000
011 TMR2 00000000
085 TRISA 11111100
086 TRISB 11111111
WREG 00000000
obserwujemy wyjścia w PORTA
obserwujemy wejścia w PORTB
I:\skas5\RS.asm
; W pętli wszystkie adresy w banku 0
; Przepisz bity nr 0 i 1 z wyj_Q_nieQ do rej. W z odwróceniem ich
clrw
btfsc wyj_Q_nieQ,0 ; jeśli ustawiony bit 0,
iorlw b'10' ; to ustaw bit 1 w rej. W
btfsc wyj_Q_nieQ,1 ; jeśli ustawiony bit 1,
iorlw b'01' ; to ustaw bit 0 w rej. W
; Symulacja dwóch bramek NAND w przerzutniku RS
Watch
Add SFR
ADCON0
Add Symbol
BODEN_OFF
Update
Address
Symbol Name
Value
005 PORTA 0x02
006 PORTB 0x03
Tutaj widać tylko wybrane rejestry
Watch 1
Watch 2
Watch 3
Watch 4

6.4. Ćwiczenie do samodzielnego wykonania

1). Pobrać przykładowy program rs.asm z instrukcji do ćw. E58 dostępny na stronie
https://fizyka.p.lodz.pl/pl/dla-studentow/fizyka-tech/tc/

Program realizuje funkcję przerzutnika RS z bramek NAND zapisywanego poziomem 0.

2). Otworzyć program w pakiecie MPLAB IDE.

3). W oknie „Select Device” wybrać urządzenie PIC16F819.

4). W oknie „Configuration Bits” zaznaczyć „Configuration Bits set in code”.

5). Skompilować program.

6). Uruchomić symulację w MPLAB SIM i sprawdzić, czy program prawidłowo realizuje funkcję przerzutnika RS zapisywanego poziomem 0 o następujących wyprowadzeniach:

RB0 – wejście przerzutnika ~R (ang. Reset) aktywne po podaniu 0,

RB1 – wejście przerzutnika ~S (ang. Set) aktywne po podaniu 0,

RA0 – wyjście przerzutnika Q,

RA1 – wyjście przerzutnika ~Q.

RA0 i RA1 są bitami numer 0 i 1 w 8-bitowym rejestrze PORTA,

RB0 i RB1 są bitami numer 0 i 1 w 8-bitowym rejestrze PORTB.

6.5. Literatura

[1] T. Jabłoński, *Mikrokontrolery PIC16F8x w praktyce*, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2002.

[2] S. Pietraszek, *Mikroprocesory jednoukładowe PIC*, Helion, Gliwice 2002.

[3] T. Jabłoński, K. Pławsiuk, *Programowanie mikrokontrolerów PIC w języku C*, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2005.

[4] Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego E58 „Wprowadzenie do programowania mikrokontrolerów PIC16 w języku asembler”, dostępna na stronie https://fizyka.p.lodz.pl/pl/dla-studentow/tc/

[5] Dokumentacja wewnątrz pakietu MPLAB IDE, menu Help.