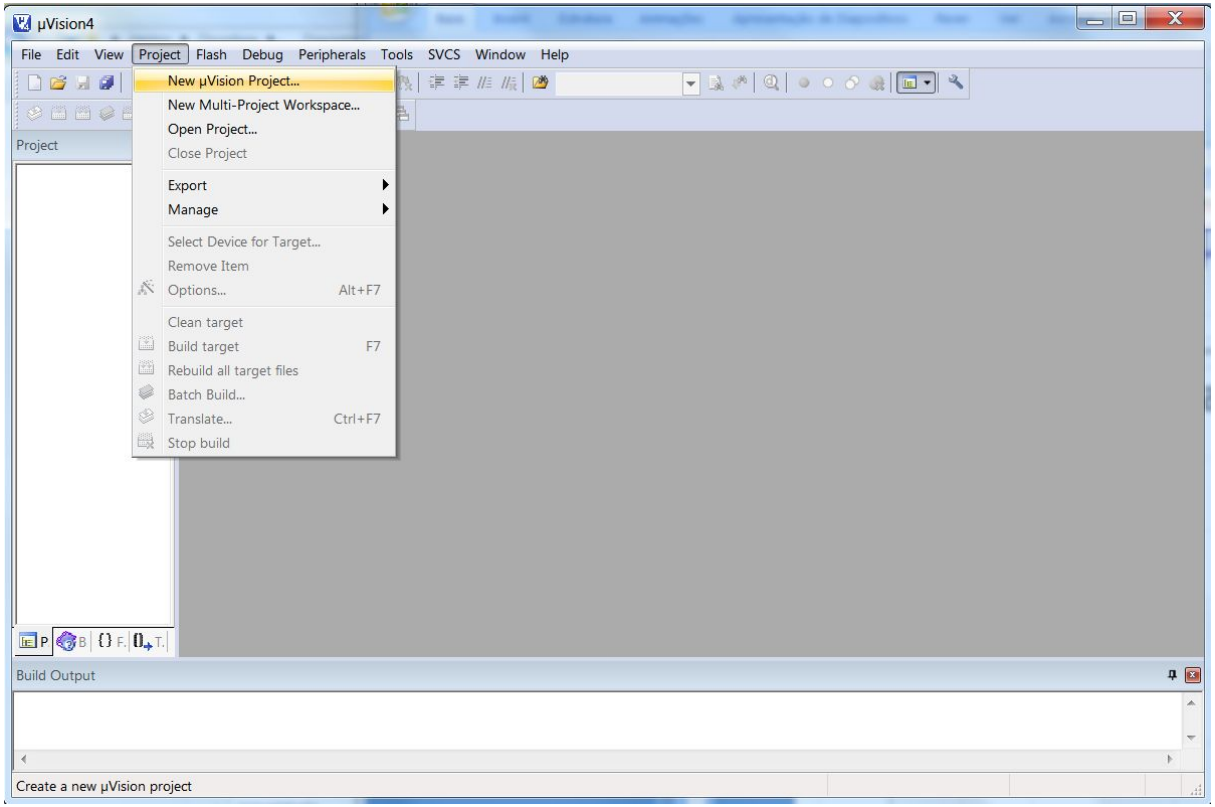
Microcontroladores

Conjunto de Instruções do 8051 - Lab

Prof. Guilherme Peron
Prof. Ronnier Rohrich
Prof. Rubão

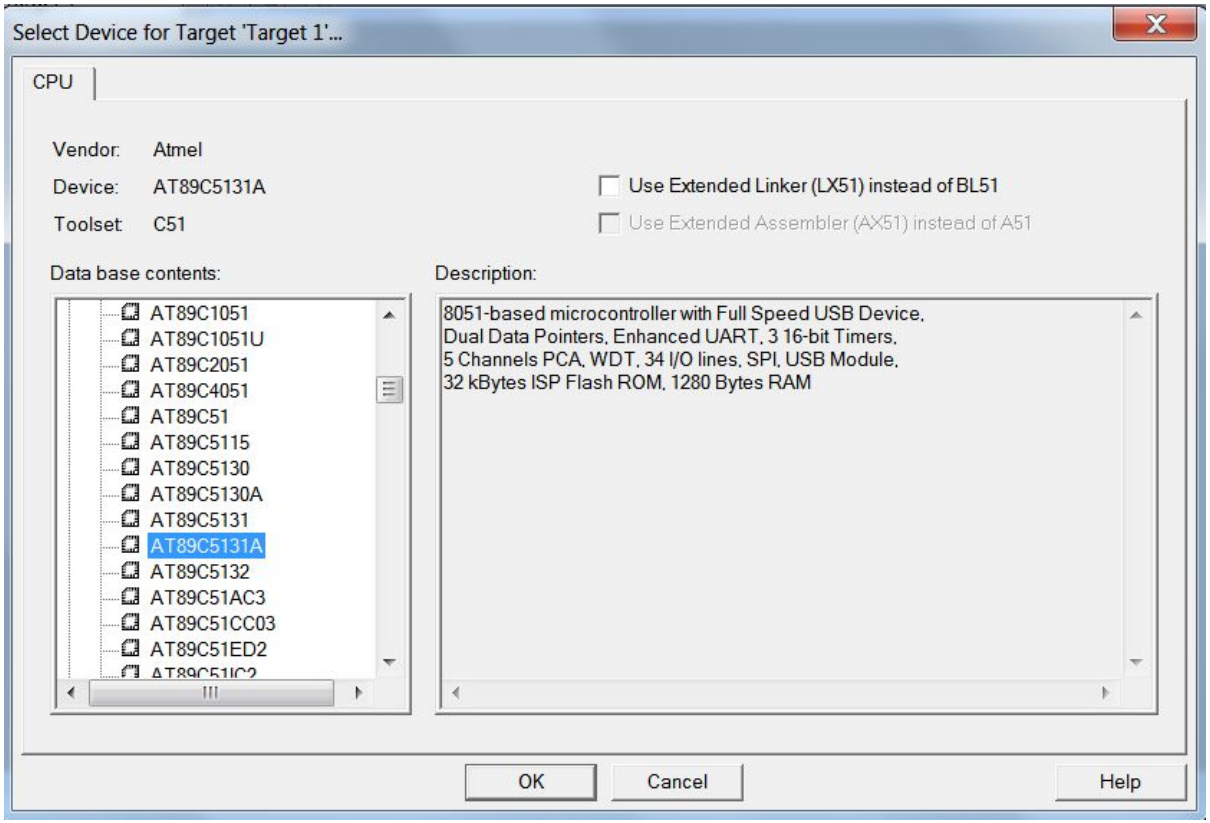
Criação de um projeto 8051 asm no Keil

- Passo 1: criar um novo projeto e salvar em uma pasta nova, **Project / New µVision Project**



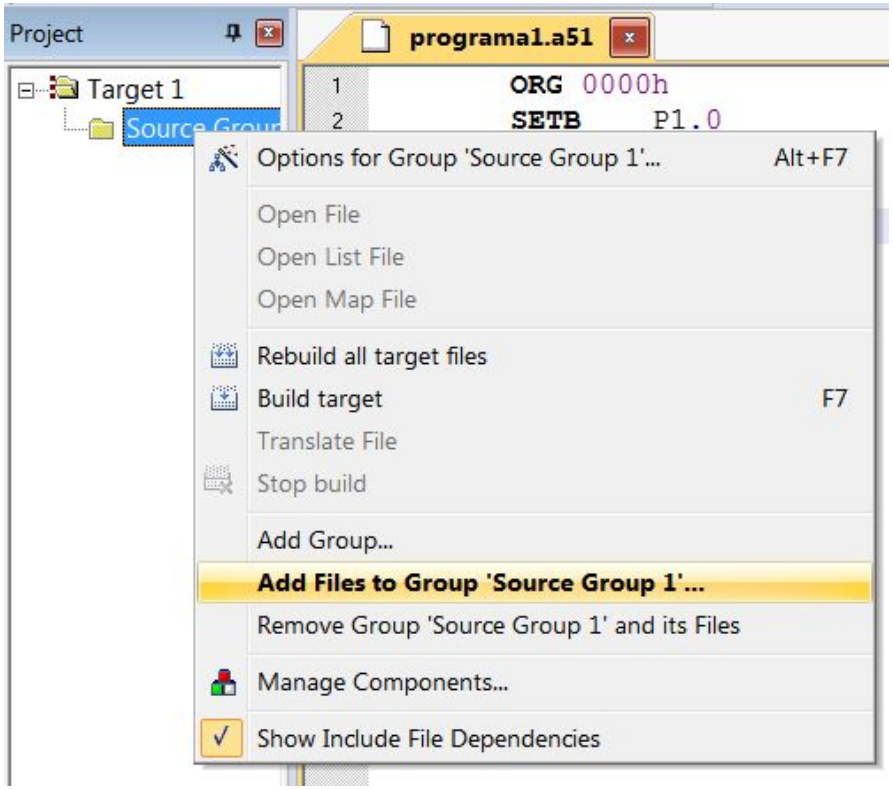
Criação de um projeto 8051 asm no Keil

- Passo 2: selecionar o dispositivo **Atmel / AT89C5131A**
  - *Responder (**NO**) para a pergunta **Copy standard 8051 startup code to project folder and add file to project ?***



Criação de um projeto 8051 asm no Keil

- Criar um novo arquivo com ***FILE/NEW;***
- Editar o arquivo, iniciando com ***ORG*** e terminando com ***END;***
- Salvar o arquivo com extensão **A51** na mesma pasta do projeto;
- Incluir o novo programa no projeto.

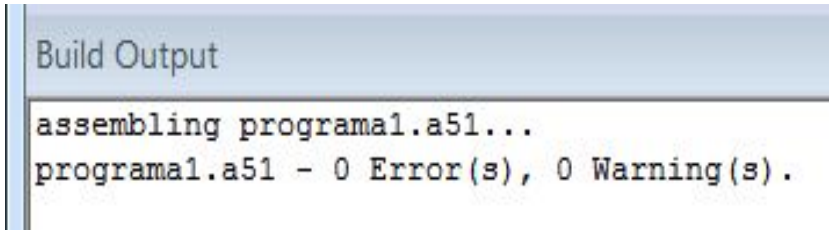


Criação de um projeto 8051 asm no Keil

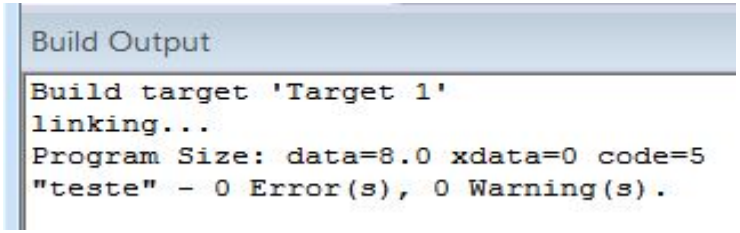
- Compilar o programa:

- *Linkar* o programa:

- A janela de saída apresenta o resultado, erros e warnings:



- A janela de saída apresenta o resultado:

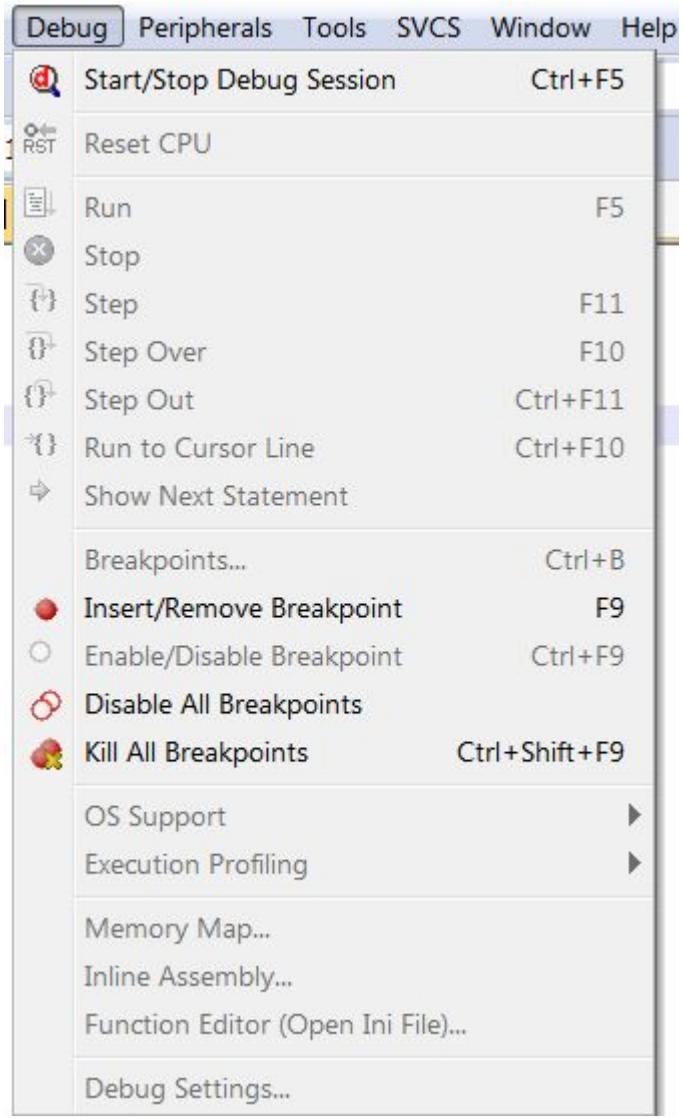


Criação de um projeto 8051 asm no Keil

- Executar o programa na aba *DEBUG*

- Utilizar os comandos:
  - RUN;
  - STOP;
  - STEP.

- Acompanhar as janelas:
  - *Disassembly;*
  - *Registers;*
  - *Memory.*



Resumo das instruções assembly 8051

8051 Instruction Set Summary

Rn Register R7-R0 of the currently selected Register Bank.
Data 8-bit internal data location's address. This could be an internal Data RAM location (0-127) or a SFR [i.e. I/O port, control register, status register, etc. (128-255)].
@Ri 8-bit Internal Data RAM location (0-255) addressed indirectly through register R1 or R0.
#data 8-bit constant included in instruction.
#data16 16-bit constant included in instruction.
addr16 16-bit destination address. Used by LCALL and LJMP. A branch can be anywhere within the 64k byte Program Memory address space.
addr11 11-bit destination address. Used by ACALL and AJMP. The branch will be within the same 2k byte page of Program Memory as the first byte of the following instruction.
rel Signed (two's component) 8-bit offset byte. Used by SJMP and all conditional jumps. Range is –128 to +127 bytes relative to first byte of the following instruction.
bit Direct Addressed bit in Internal Data RAM or Special Function Register.

Instruction	Flag			Instruction	Flag		
	C	OV	AC		C	OV	AC
ADD	X	X	X	CLR C	0		
ADDC	X	X	X	CPL C	X		
SUBB	X	X	X	ANL C,bit	X		
MUL	0	X		ANL C,/bit	X		
DIV	0	X		ORL C,bit	X		
DA	X			ORL C,/bit	X		
RRC	X			MOV C,bit	X		
RLC	X			CJNE	X		
SETB C	1						

Note that operations on SFR byte address 206 or bit addresses 209-215 (i.e. the PSW or bits in the PSW) will also affect flag settings.

Mnemonic	Description	Byte	Cycle
Arithmetic operations			
ADD A,Rn	Add register to accumulator	1	1
ADD A,direct	Add direct byte to accumulator	2	1
ADD A,@Ri	Add indirect RAM to accumulator	1	1
ADD A,#data	Add immediate data to accumulator	2	1
ADDC A,Rn	Add register to accumulator with carry flag	1	1
ADDC A,direct	Add direct byte to A with carry flag	2	1
ADDC A,@Ri	Add indirect RAM to A with carry flag	1	1
ADDC A,#data	Add immediate data to A with carry flag	2	1
SUBB A,Rn	Subtract register to accumulator with borrow	1	1
SUBB A,direct	Subtract direct byte to A with carry borrow	2	1
SUBB A,@Ri	Subtract indirect RAM to A with carry borrow	1	1
SUBB A,#data	Subtract immediate data to A with carry borrow	2	1
INC A	Increment accumulator	1	1
INC Rn	Increment register	1	1
INC direct	Increment direct byte	2	1
INC @Ri	Increment indirect RAM	1	1
DEC A	Decrement accumulator	1	1
DEC Rn	Decrement register	1	1
DEC direct	Decrement direct byte	2	1
DEC @Ri	Decrement indirect RAM	1	1
INC DPTR	Increment data pointer	1	2
MUL AB	Multiply A and B -> [B hi]:[A lo]	1	4
DIV AB	Divide A by B -> A=result, B=remainder	1	4
DA A	Decimal adjust accumulator	1	1
CLR A	Clear accumulator	1	1
CPL A	Complement accumulator	1	1
RL A	Rotate accumulator left	1	1
RLC A	Rotate accumulator left through carry	1	1
RR A	Rotate accumulator right	1	1
RRC A	Rotate accumulator right through carry	1	1
SWAP A	Swap nibbles within the accumulator	1	1
Logic operations			
ANL A,Rn	AND register to accumulator	1	1
ANL A,direct	AND direct byte to accumulator	2	1
ANL A,@Ri	AND indirect RAM to accumulator	1	1
ANL A,#data	AND immediate data to accumulator	2	1
ANL direct,A	AND accumulator to direct byte	2	1
ANL direct,#data	AND immediate data to direct byte	3	2
ORL A,Rn	OR register to accumulator	1	1
ORL A,direct	OR direct byte to accumulator	2	1
ORL A,@Ri	OR indirect RAM to accumulator	1	1
ORL A,#data	OR immediate data to accumulator	2	1
ORL direct,A	OR accumulator to direct byte	2	1
ORL direct,#data	OR immediate data to direct byte	3	2
XRL A,Rn	Exclusive OR register to accumulator	1	1
XRL A,direct	Exclusive OR direct byte to accumulator	2	1
XRL A,@Ri	Exclusive OR indirect RAM to accumulator	1	1
XRL A,#data	Exclusive OR immediate data to accumulator	2	1
XRL direct,A	Exclusive OR accumulator to direct byte	2	1
XRL direct,#data	Exclusive OR immediate data to direct byte	3	2
Boolean variable manipulation			
CLR C	Clear carry flag	1	1
CLR bit	Clear direct bit	2	1
SETB C	Set carry flag	1	1
SETB bit	Set direct bit	2	1
CPL C	Complement carry flag	1	1
CPL bit	Complement direct bit	2	1
ANL C,bit	AND direct bit to carry flag	2	2
ANL C,/bit	AND complement of direct bit to carry	2	2
ORL C,bit	OR direct bit to carry flag	2	2
ORL C,/bit	OR complement of direct bit to carry	2	2
MOV C,bit	Move direct bit to carry flag	2	1
MOV bit,C	Move carry flag to direct bit	2	2
Program and machine control			
ACALL addr11	Absolute subroutine call	2	2
LCALL addr16	Long subroutine call	3	2
RET	Return from subroutine	1	2
RETI	Return from interrupt	1	2
AJMP addr11	Absolute jump	2	2
LJMP addr16	Long jump	3	2
SJMP rel	Short jump (relative address)	2	2
JMP @A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	1	2
JZ rel	Jump if accumulator is zero	2	2
JNZ rel	Jump if accumulator is not zero	2	2
JC rel	Jump if carry flag is set	2	2
JNC rel	Jump if carry flag is not set	2	2
JB bit,rel	Jump if bit is set	3	2
JNB bit,rel	Jump if bit is not set	3	2
JBC bit,rel	Jump if direct bit is set and clear bit	3	2
CJNE A,direct,rel	Compare direct byte to A and jump if not equal	3	2
CJNE A,#data,rel	Compare immediate to A and jump if not equal	3	2
CJNE Rn,#data,rel	Compare immed. to reg. and jump if not equal	3	2
CJNE @Rn,#data,rel	Compare immed. to ind. and jump if not equal	3	2
DJNZ Rn,rel	Decrement register and jump in not zero	2	2
DJNZ direct,rel	Decrement direct byte and jump in not zero	3	2
NOP	No operation	1	1
Data transfer			
MOV A,Rn	Move register to accumulator	1	1
MOV A,direct*)	Move direct byte to accumulator	2	1
MOV A,@Ri	Move indirect RAM to accumulator	1	1
MOV A,#data	Move immediate data to accumulator	2	1
MOV Rn,A	Move accumulator to register	1	1
MOV Rn,direct	Move direct byte to register	2	2
MOV Rn,#data	Move immediate data to register	2	1
MOV direct,A	Move accumulator to direct byte	2	1
MOV direct,Rn	Move register to direct byte	2	2
MOV direct,direct	Move direct byte to direct byte	3	2
MOV direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	2	2
MOV direct,#data	Move immediate data to direct byte	3	2
MOV @Ri,A	Move accumulator to indirect RAM	1	1
MOV @Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	2	2
MOV @Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM	2	1
MOV DPTR,#data16	Load data pointer with a 16-bit constant	3	2
MOVC A,@A+DPTR	Move code byte relative to DPTR to accumulator	1	2
MOVC A,@A+PC	Move code byte relative to PC to accumulator	1	2
MOVX A,@Ri	Move external RAM (8-bit addr.) to A	1	2
MOVX A,@DPTR	Move external RAM (16-bit addr.) to A	1	2
MOVX @Ri,A	Move A to external RAM (8-bit addr.)	1	2
MOVX @DPTR,A	Move A to external RAM (16-bit addr.)	1	2
PUSH direct	Push direct byte onto stack	2	2
POP direct	Pop direct byte from stack	2	2
XCH A,Rn	Exchange register to accumulator	1	1
XCH A,direct	Exchange direct byte to accumulator	2	1
XCH A,@Ri	Exchange indirect RAM to accumulator	1	1
XCHD A,@Ri	Exchange low-order nibble indir. RAM with A	1	1

*) MOV A,ACC is not a valid instruction

jne A,#data,@ *(jump if A ! = data)*
```
        cjne    A,#data,@
```

je A, #data,@ *(jump if A == data)*
```
        add     A,#low(-data)   or      cjne    A,#(data),ne
        jz      @                       jmp     @
                                ne:     ...
```

ja, jnbe A,#data,@ *(jump if A > data)*
```
        add     A,#low(-data-1) or      cjne    A,#(data+1),ne
        jc      @                       jnc     @
```

jae, jnb A,#data,@ *(jump if A >= data)*
```
        add     A,#low(-data)   or      cjne    A,#(data),ne
        jc      @                       jnc     @
```

jb, jnae A,#data,@ *(jump if A < data)*
```
        add     A,#low,(-data)  or      cjne    A,#(data),ne
        jnc     @                       jc      @
```

jbe, jna A,#data,@ *(jump if A <= data)*
```
        add     A,#low(-data-1) or      cjne    A,#(data+1),ne
        jnc     @                       jc      @
```

switch A <,==,> #data *(no A modification)*
```
        cjne    A,#data,ne
        ...                             ; execute code if A==data
ne:     jc      is_below                ; jump if A<data
        jnc     is_above                ; jump if A>data or exec. code
```

This paper was created by Štěpán Matějka alias Mates for anybody who needs it. Mates, Prague – Czech Republic 1998,2002.

Enjoy It! Mates

Exemplo 0 - Endereçamento

- Objetivo: analisar as diferentes formas de endereçamento

```
1  ORG 0000h
2
3      ; endereçamento por registrador
4      ; o conteúdo do registrador R0
5      ; é copiado para o acumulador
6      MOV A, R0
7
8      ; endereçamento direto
9      ; endereço do dado é carregado
10     ; diretamente na instrução
11     MOV A, 30h
12
13     ; endereçamento indireto
14     ; o dado é acessado pelo endereço
15     ; armazenado nos registradores R0 e R1
16     MOV R0, #44h
17     MOV A, @R0
18
19
20     ; endereçamento imediato
21     ; o valor do operando está na instrução
22     MOV A, #25
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
```

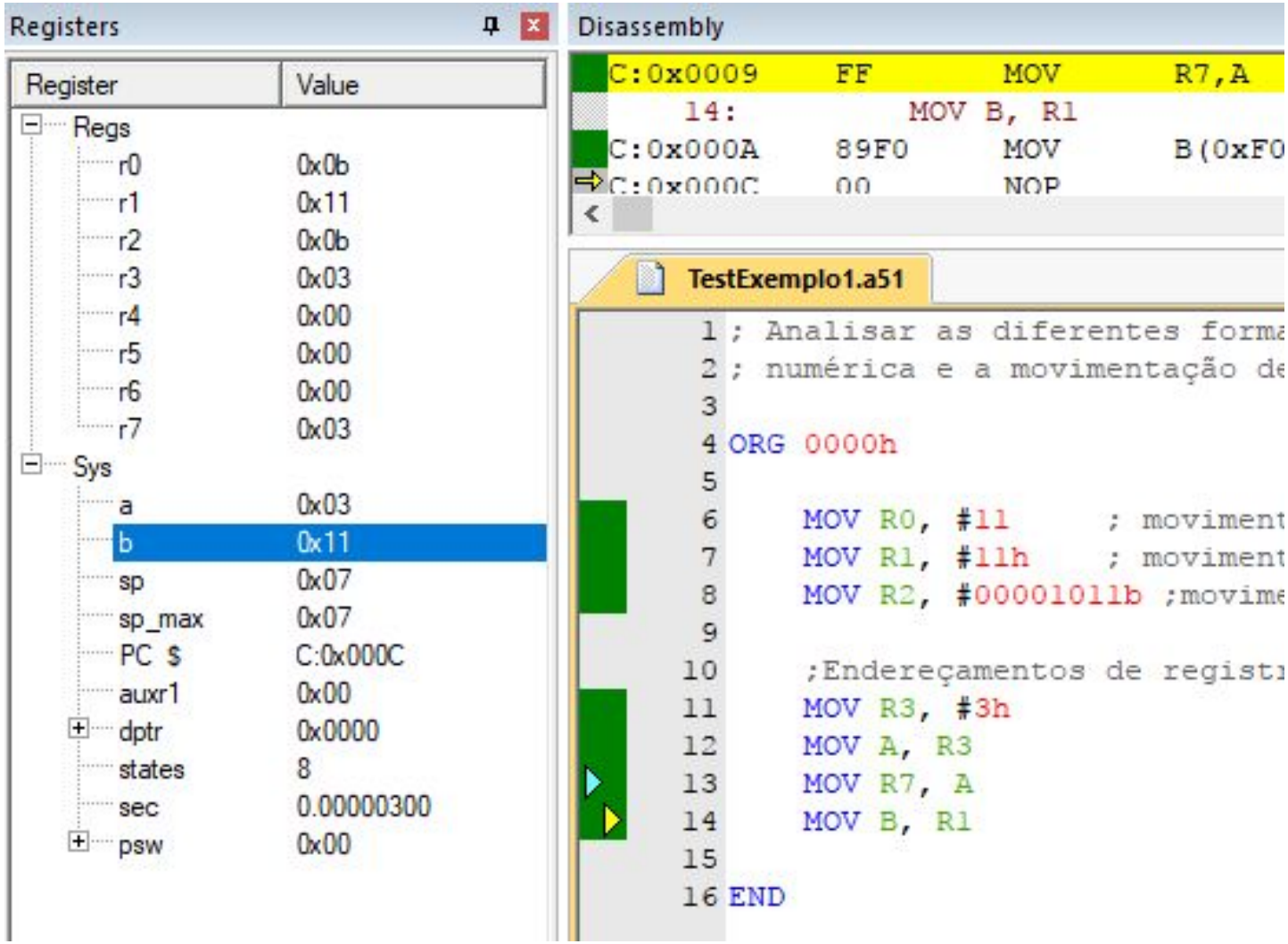
```
24     ; endereçamento relativo
25     ; permite um salto para um endereço
26     ; apenas slatos curtos de -128 a 127
27
28 linhadecima:
29     SJMP pulaum
30     NOP
31 pulaum:
32     SJMP linhadecima
33
34     ; endereçamento absoluto
35     ; permite o salto para um endereço
36     ; dentro da mesma página de 2kbytes
37     AJMP 03h
38
39     ; endereçamento longo
40     ; permite o salto para qualquer endereço
41     ; dentro da faixa de 64 KB
42     LJMP 77ACh
43
44     ; endereçamento indexado
45     ; endereçamento direto para acesso
46     MOVC A, @A+DPTR    ;A=(A+DPTR)
47
48     SJMP $
49
50 END
```

Exemplo 1 - Movimentação de dados

- Objetivo: analisar as diferentes formas de representação numérica e a movimentação de dados entre registradores.

```
1  ; Analisar as diferentes formas de representação
2  ; numérica e a movimentação de dados entre registradores
3
4  ORG 0000h
5
6      MOV R0, #11      ; movimenta o número 11 em decimal para o reg R0
7      MOV R1, #11h     ; movimenta o número 11 em hexa para o reg R0
8      MOV R2, #00001011b ;movimenta o número 11d na notação binária
9
10     ;Endereçamentos de registradores
11     MOV R3, #3h
12     MOV A, R3
13     MOV R7, A
14     MOV B, R1
15
16 END
```

Exemplo 1 - Movimentação de dados

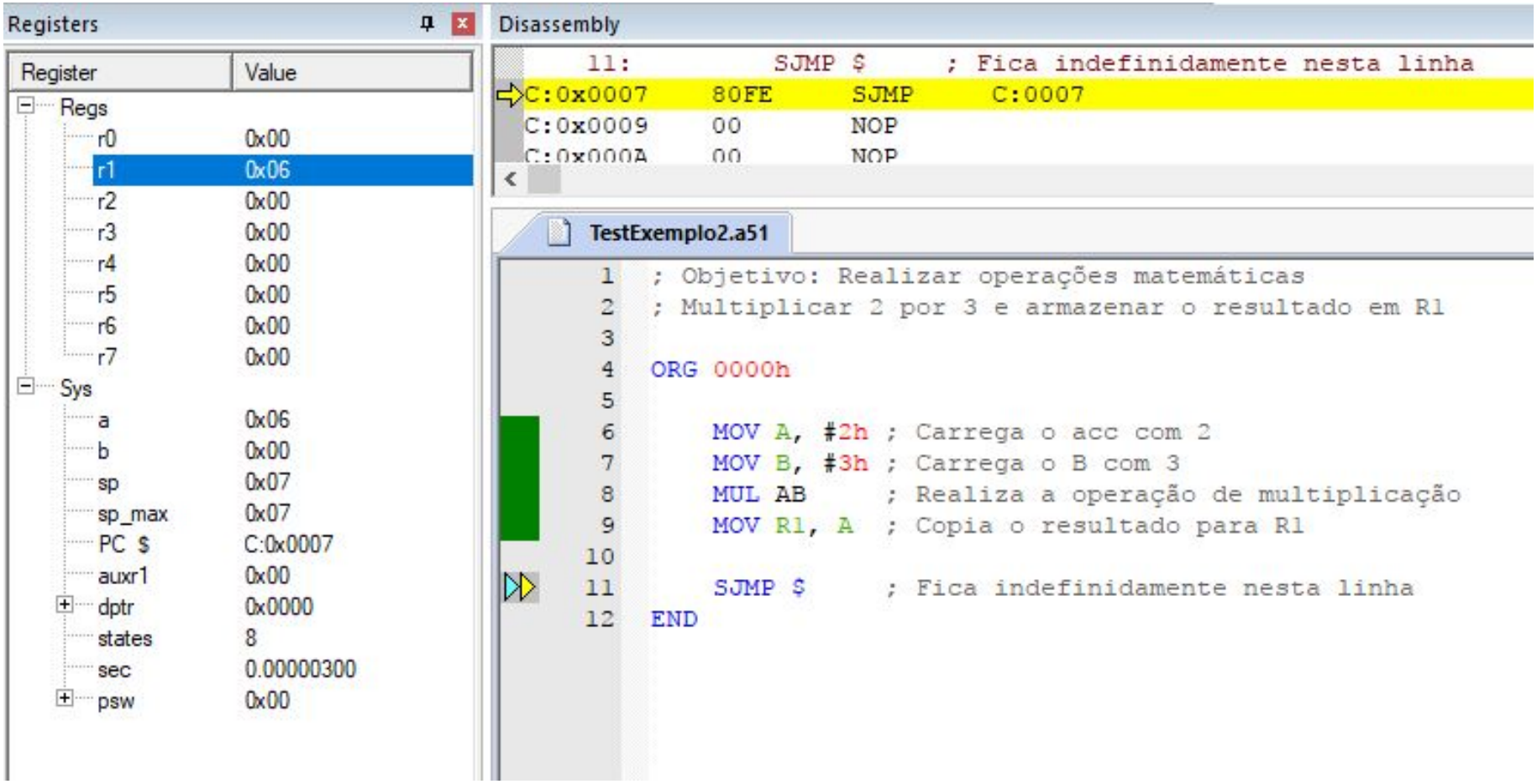


Exemplo 2 - Multiplicação

- Objetivo: realizar operações matemáticas.
  Multiplicar 2*3 e armazenar o resultado em R1

```
1  ; Objetivo: Realizar operações matemáticas
2  ; Multiplicar 2 por 3 e armazenar o resultado em R1
3
4  ORG 0000h
5
6      MOV A, #2h ; Carrega o acc com 2
7      MOV B, #3h ; Carrega o B com 3
8      MUL AB     ; Realiza a operação de multiplicação
9      MOV R1, A  ; Copia o resultado para R1
10
11     SJMP $     ; Fica indefinidamente nesta linha
12 END
```

Exemplo 2 - Multiplicação



Exemplo 3 - Criação de um temporizador

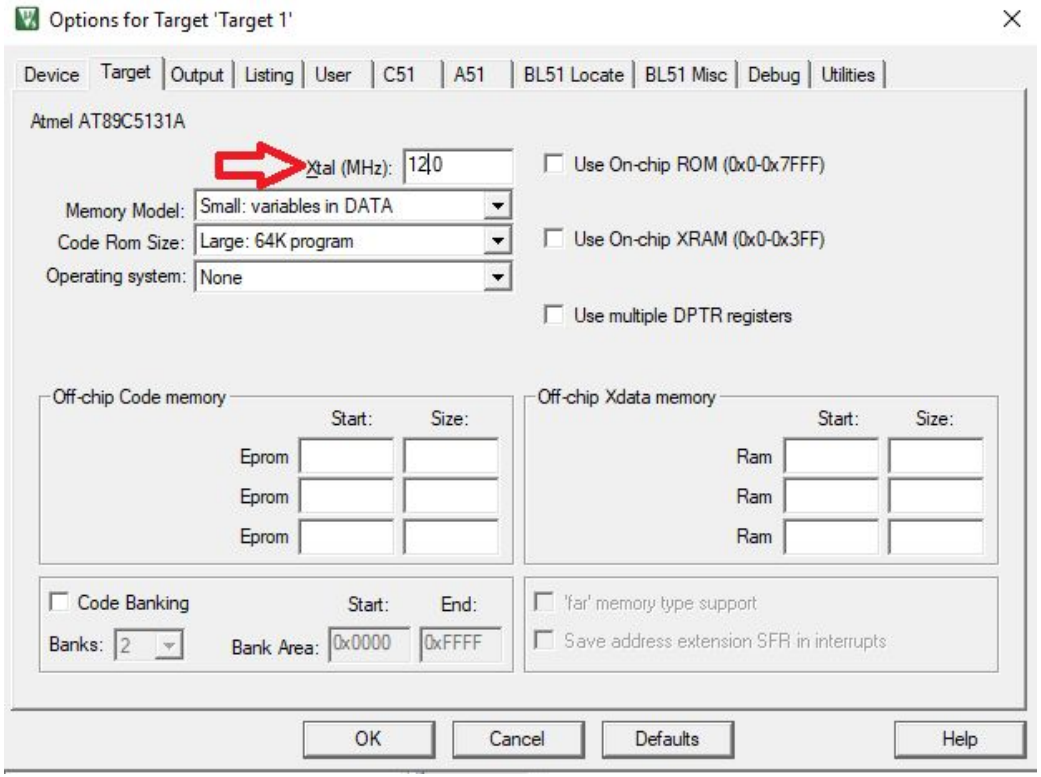
- Objetivo: criar um temporizador e verificar seu tempo de execução.

```
1  ; Objetivo: criar um temporizador e verificar
2  ; seu tempo de execução
3
4  ORG 0000h
5
6      ; Carrega o R6 com um valor para fazer um laço
7      MOV R6, #255
8
9  ; Faz um laço para fazer um delay
10 delay:
11     DJNZ R6, delay
12 NOP
13 JMP $    ; fica nesta linha indefinidamente
14 END
15
16 ; Sobre simulador de temporização no keil
17 ; http://www.keil.com/support/docs/971.htm
```

Exemplo 3 - Criação de um temporizador

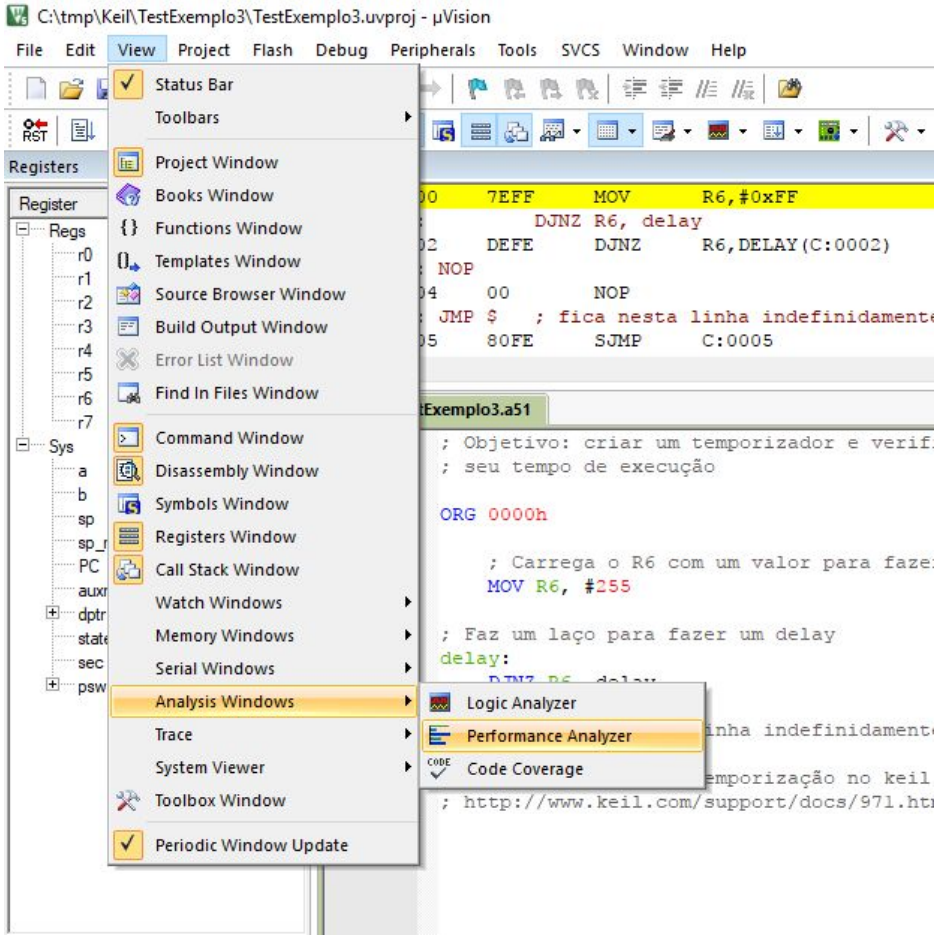
- Mudar o clock do microprocessador para 12 MHz.

Clicar com o botão direito em **Target 1** na seção do projeto e depois **Options for Target Target 1**. E em seguida colocar o **Xtal** para 12 MHz para facilitar as contas.



Exemplo 3 - Criação de um temporizador

- Para verificar o tempo de execução, entre no modo **Debug**, no menu **View / Analysis Windows / Performance Analyzer**

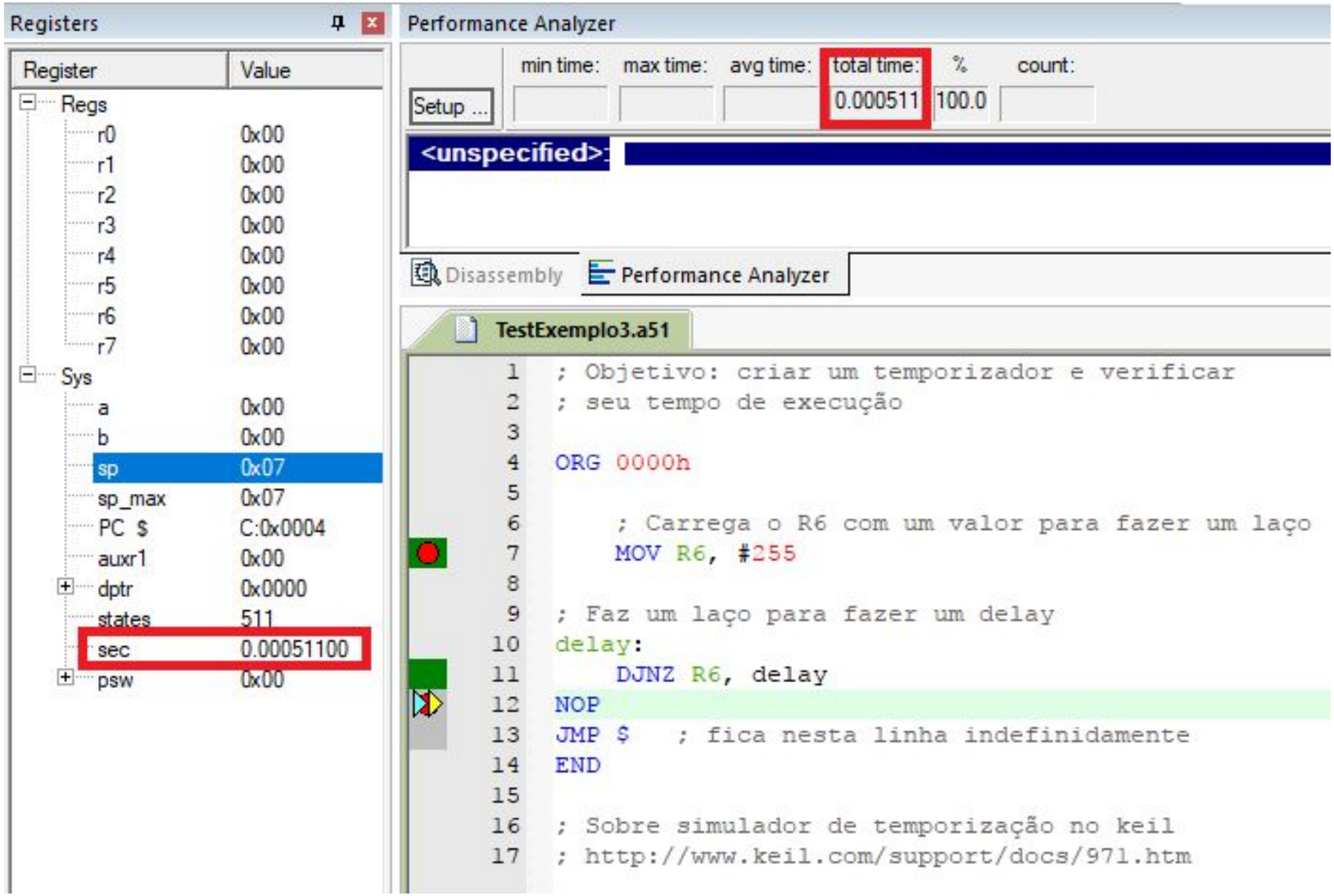


Exemplo 3 - Criação de um temporizador

- Colocar breakpoints antes e depois da rotina de temporização.

```
1  ; Objetivo: criar um temporizador e verificar
2  ; seu tempo de execução
3
4  ORG 0000h
5
6      ; Carrega o R6 com um valor para fazer um laço
7      MOV R6, #255
8
9  ; Faz um laço para fazer um delay
10 delay:
11     DJNZ R6, delay
12 NOP
13 JMP $   ; fica nesta linha indefinidamente
14 END
15
16 ; Sobre simulador de temporização no keil
17 ; http://www.keil.com/support/docs/971.htm
```

Exemplo 3 - Criação de um temporizador

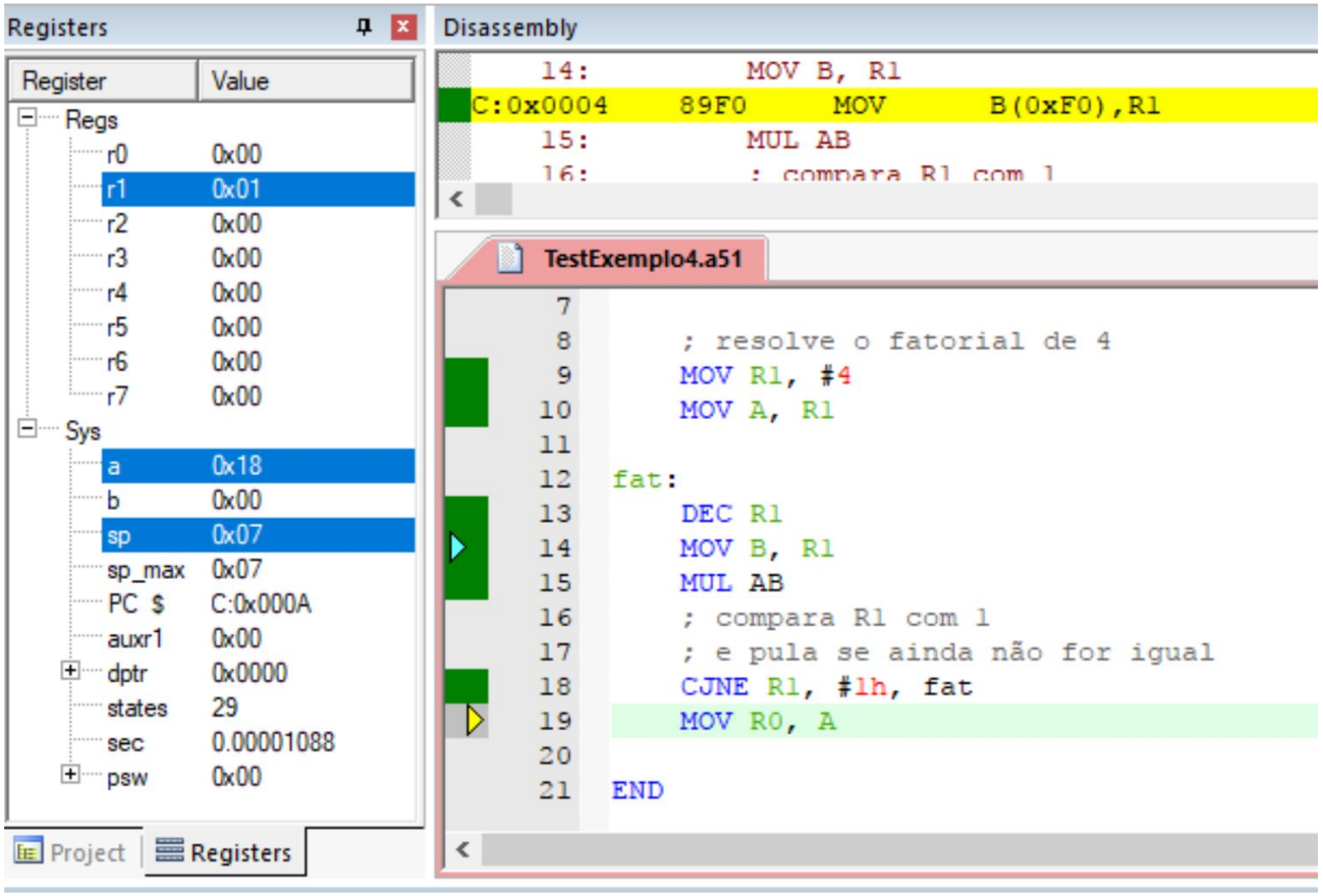


Exemplo 4 - Fatorial

- Objetivo: Calcular o fatorial de um número até 5 e no final armazenar o resultado final em R0.

```
1  ; Calcular o fatorial de um número até 5
2  ; e no final armazenar o resultado final em R0
3  ; R0 -> guarda a saída
4  ; R1 -> guarda o número a calcular o fatorial
5
6  ORG 0000h
7
8      ; resolve o fatorial de 4
9      MOV R1, #4
10     MOV A, R1
11
12 fat:
13     DEC R1
14     MOV B, R1
15     MUL AB
16     ; compara R1 com 1
17     ; e pula se ainda não for igual
18     CJNE R1, #1h, fat
19     MOV R0, A
20
21 END
```

Exemplo 4 - Fatorial



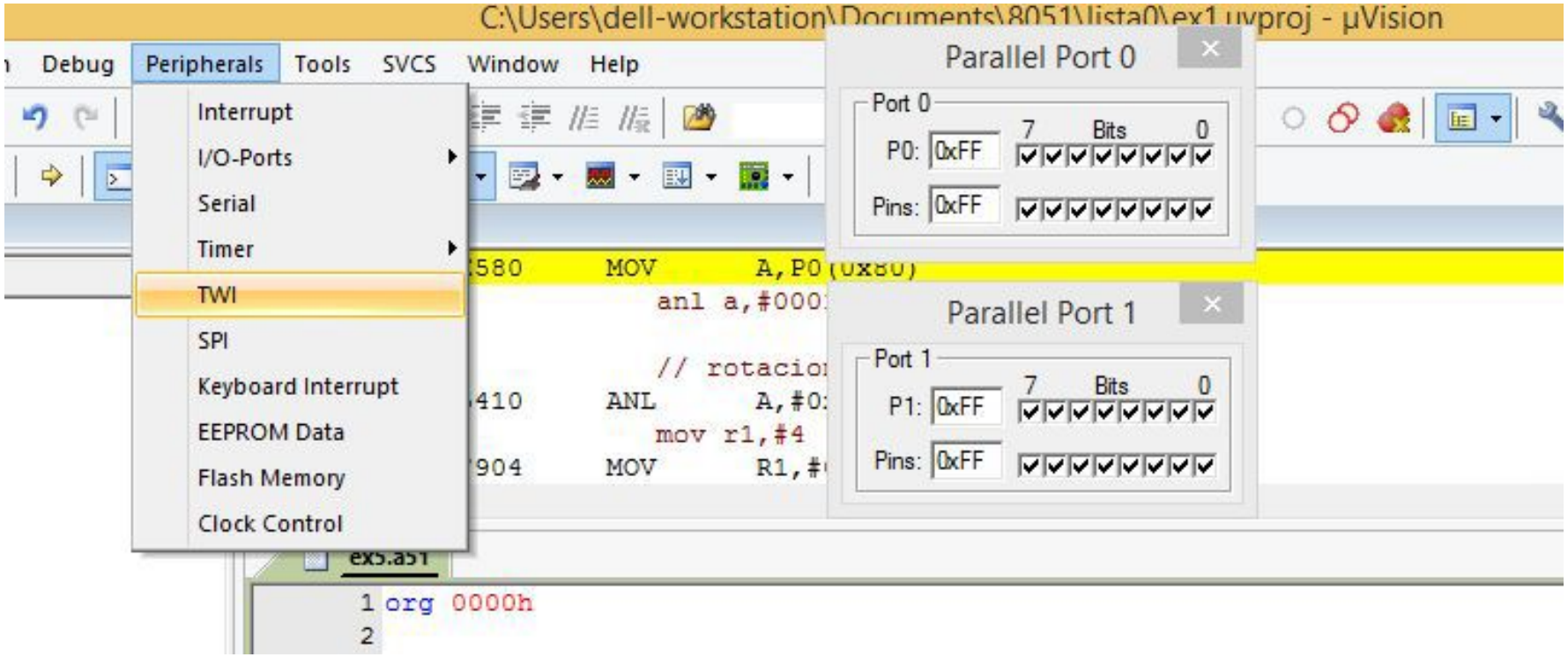
Exemplo 5 - Entradas e Saídas

- Objetivo: realizar a leitura do status da entrada digital **P0.4** e enviar nível lógico **alto** (1) para saída **P1.0** e enviar nível lógico **baixo** (0) para as demais saídas da **Porta1**, quando a entrada for **1**.
- Caso a entrada seja zero todos os bits da **Porta1** devem ser zero.

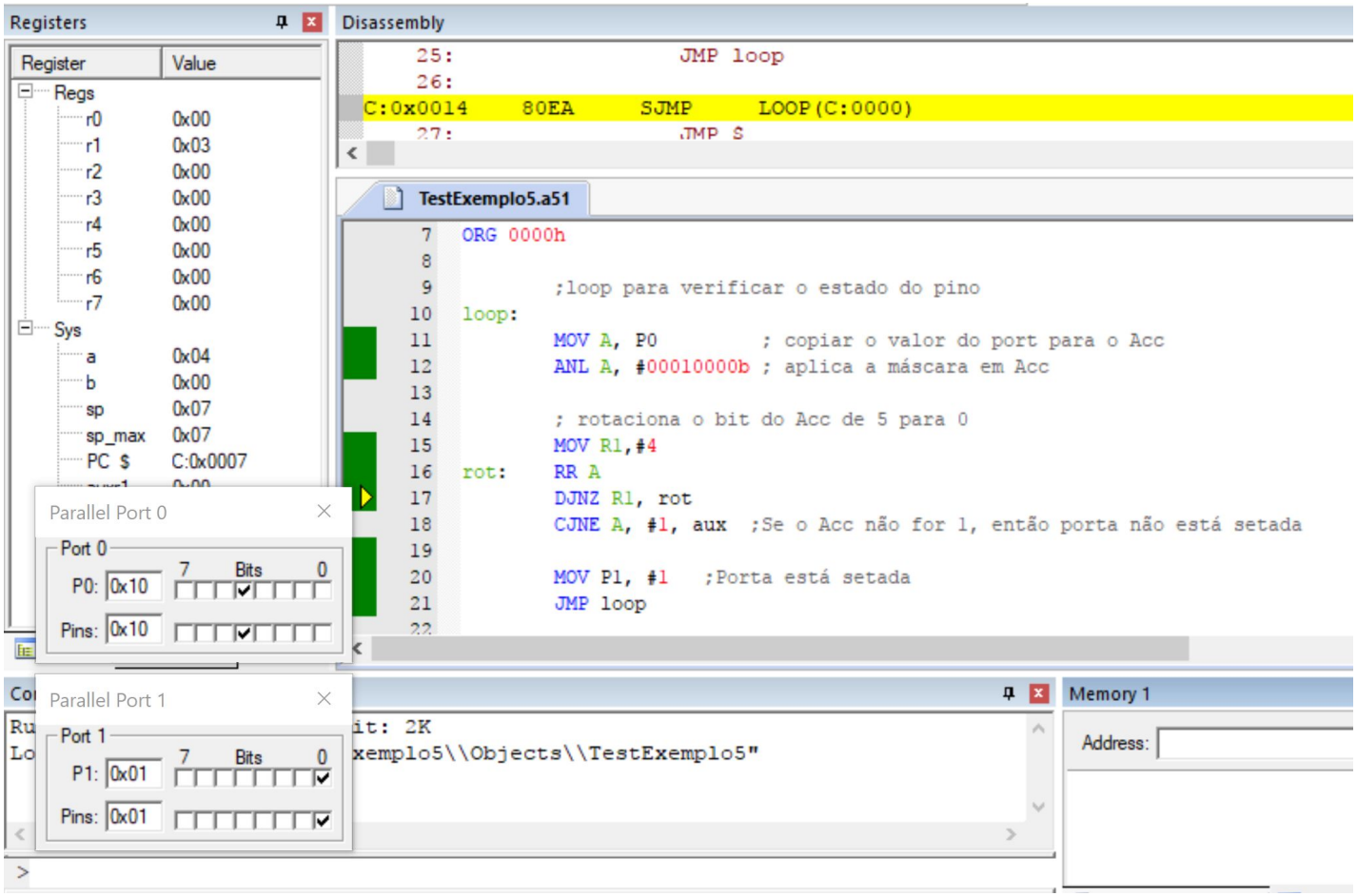
```
7   ORG 0000h
8
9           ;loop para verificar o estado do pino
10  loop:
11          MOV A, P0          ; copiar o valor do port para o Acc
12          ANL A, #00010000b ; aplica a máscara em Acc
13
14          ; rotaciona o bit do Acc de 5 para 0
15          MOV R1,#4
16  rot:    RR A
17          DJNZ R1, rot
18          CJNE A, #1, aux  ;Se o Acc não for 1, então porta não está setada
19
20          MOV P1, #1   ;Porta está setada
21          JMP loop
22
23  aux:
24          MOV P1, #0
25          JMP loop
26
27          JMP $
28
29  END
```

Exemplo 5 - Entradas e Saídas

- Para simular, abra o menu **Peripherals =>** I/OPorts / Port 0 e Port 1



Exemplo 5 - Entradas e Saídas



Atividade 1

Desenvolver as três tarefas abaixo e apresentar ao professor até a próxima aula.

Tarefa 1

- Crie uma rotina assembly que gere um atraso (*delay*) de 1 segundo

- Comprove o funcionamento pelo modo de depuração

Tarefa 2

- Desenvolver um código assembly para "piscar" dois leds alternados, a cada 1 segundo, conectados aos pinos P1.7 e P2.1, quando a entrada P0.3 estiver ativa. Os demais pinos das Portas 1-2 devem permanecer inativos.

Tarefa 3

- Objetivo: Fazer varredura de uma string armazenada na memória de programa e colocar cada caracter no acumulador