



Atividade Laboratorial 1

Guia de Laboratório

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

Setembro de 2022

1 Objetivos

Este trabalho tem como principais objetivos fazer a introdução ao ambiente de programação em linguagem *assembly* P16 utilizado na unidade curricular Arquitetura de Computadores (AC), incluindo a familiarização com a placa SDP16.

2 Requisitos

- Computador pessoal com uma instalação do sistema operativo Microsoft Windows 10 nativa ou em máquina virtual;
- Editor de texto Notepad++;
- *Toolchain* para o processador P16 (assemblador PAS, depurador P16Debugger e simulador P16Simulator);
- Placa SDP16 com cabo USB;
- Ficheiro `lab01.S` disponibilizado na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle, na secção 'Aulas Laboratoriais e Práticas'.

3 Trabalho de preparação à atividade laboratorial

3.1 Preparação do ambiente de trabalho

1. No seu computador pessoal, crie uma diretoria com o nome `lab01` dentro da diretoria base que irá guardar os trabalhos que realizará em AC no corrente semestre letivo.
2. Copie para essa diretoria o ficheiro `lab01.S` disponibilizado na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle.

3.2 Análise e desenvolvimento de programas

1. Usando o editor de texto Notepad++, abra o ficheiro `lab01.S` e analise o seu conteúdo.
2. Altere o ficheiro `lab01.S` para que o troço de código nele contido passe a realizar a funcionalidade especificada na Listagem 1, que faz a multiplicação de dois números naturais – M e m –, codificados com 8 bits, recorrendo ao algoritmo das somas sucessivas.

```
uint16_t p = 0;

if ( M != 0 ) {
    while ( m > 0 ) {
        p = p + M;
        m--;
    }
}
```

Listagem 1: Multiplicação de dois números naturais – M e m – usando o algoritmo das somas sucessivas.

4 Trabalho a realizar no laboratório

4.1 Preparação da placa SDP16

1. Dirija-se à sala de apoio aos laboratórios e requisite uma placa SDP16 e um cabo USB.
2. Inicie a sessão no seu computador pessoal.
3. Utilize o cabo USB disponibilizado para estabelecer a comunicação entre a placa SDP16 e o seu computador pessoal, ligando a ficha macho do tipo B do cabo USB no conector U20 da placa SDP16 e a ficha macho do tipo A do referido cabo numa porta USB do seu computador.
4. Posicione o interruptor SW3 da placa SDP16 na posição 'CPU' para habilitar o funcionamento do processador P16.
5. Posicione o interruptor SW4 da placa SDP16 na posição 'RUN' para habilitar o funcionamento em modo contínuo aquando da execução de programas na placa SDP16.
6. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
7. Verifique o estado do LED 'PWR', que deverá estar acesso para informar que a placa SDP16 está ligada à energia elétrica. Contacte o docente se esse LED não estiver acesso.
8. Verifique o estado do LED 'CPU', que deverá estar aceso para informar que está a ser fornecida energia elétrica ao processador P16 instalado na placa SDP16. Contacte o docente se esse LED não estiver acesso.
9. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'OFF' para desligar a placa.

4.2 Geração do ficheiro binário de um programa

1. Utilize o assembler PAS para gerar o ficheiro binário para o processador P16 correspondente ao ficheiro `lab01.S`. Para tal, abra a 'Prompt de Comando' do Windows na diretoria `lab01` e escreva o seguinte comando:

```
$ pas lab01.S
```

2. Analise o conteúdo do ficheiro `lab01.lst` resultante do processo de assemblagem e compare-o com o conteúdo do ficheiro `lab01.S`.

4.3 Teste de programas na placa SDP16 usando a aplicação P16Debugger

1. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
2. Pressione o botão de pressão SW2 ('RESET') para fazer *reset* ao processador P16 e reiniciar o programa monitor incluído no *firmware* do processador P16, responsável pela interação com a aplicação P16Debugger para o carregamento em memória dos programas e o suporte em *hardware* à sua execução em modo de teste.
3. Execute a aplicação P16Debugger e identifique a informação contida nas várias janelas, bem como os vários comandos disponíveis.

4. Estabeleça a comunicação entre aplicação P16Debugger e a placa SDP16 selecionando, na barra de ferramentas 'Target', primeiramente a porta série adequada na caixa de combinação 'Serial port' e depois carregando no botão 'Connect' que lhe está associado. Verifique a alteração do conteúdo das vistas 'CPSR register', 'Registers' e 'Memory Content'.
5. Carregue o ficheiro `lab01.S` para a aplicação P16Debugger usando o botão da sua barra de ferramentas 'File' ou escolhendo a opção 'Load...' existente no menu 'File'.
6. Faça *reset* ao processador P16, usando o botão da barra de ferramentas 'Debug' da aplicação P16Debugger ou escolhendo a opção 'CPU reset' existente no seu menu 'Debug'.
7. Utilize a vista 'Registers' da aplicação P16Debugger para iniciar os registos R0 e R1 com os valores três e dois, respetivamente.
8. Execute o programa no modo passo-a-passo usando a aplicação P16Debugger e verifique o seu comportamento observando as alteração de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content'.

O modo de execução passo-a-passo pode ser implementado carregando, sucessivamente *i*) na tecla F11, *ii*) no botão da barra de ferramentas 'Debug', ou *iii*) na opção 'Step into' existente no menu 'Debug'.
9. Termine a comunicação entre aplicação P16Debugger e a placa SDP16 carregando no botão 'Connect' da barra de ferramentas 'Target'.
10. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'OFF' para desligar a placa.

4.4 Teste de programas usando o simulador P16Simulator

1. Abra uma nova 'Prompt de Comando' do Windows e, de seguida, escreva o seguinte comando para colocar em execução o simulador P16Simulator na configuração padrão:

```
$ SimulatorApp
```

2. Estabeleça a comunicação entre o simulador e a aplicação P16Debugger carregando no botão 'Connect' que está associado a esta aplicação. Verifique a alteração do conteúdo das vistas 'CPSR register', 'Registers' e 'Memory Content'.
3. Carregue o ficheiro `lab01.S` para a aplicação P16Debugger seguindo o procedimento descrito no ponto 5 da secção 4.3.
4. Faça *reset* ao simulador usando o botão da barra de ferramentas 'Debug' da aplicação P16Debugger ou escolhendo a opção 'CPU reset' existente no seu menu 'Debug'.
5. Utilize a vista 'Registers' da aplicação P16Debugger para iniciar os registos R0 e R1, desta vez com os valores dois e três, respetivamente.
6. Repita o procedimento descrito no ponto 8 da secção 4.3 para verificar a execução do programa no modo passo-a-passo.
7. Termine a comunicação entre aplicação P16Debugger e o simulador carregando no botão 'Connect' da barra de ferramentas 'Target'.
8. Feche a janela 'Prompt de Comando' do Windows utilizada para executar o simulador P16Simulator.

5 Aferição do cumprimento dos objetivos propostos

1. As tarefas indicadas na secção 3 constituem o trabalho de preparação para esta atividade laboratorial, pelo que deverão ser realizadas antecipadamente.
2. A nova versão do ficheiro `lab01.S` desenvolvida por cada grupo de alunos deverá ser entregue ao docente da respetiva turma até ao início da aula de laboratório, através da página dessa turma na plataforma Moodle.

Os grupos que não cumprirem este requisito ficarão impedidos de realizar a aula laboratorial.

3. Na parte final da aula, cada grupo de alunos deverá voltar a aceder à página da sua turma de AC na plataforma Moodle para responder às questões enunciadas na ficha de aferição de conhecimentos associada a esta atividade laboratorial.

Bibliografia

- [1] Dias, Tiago: *Manual de consulta rápida das instruções do P16*. ISEL, Lisboa, Portugal, março 2022. <https://iselpt.sharepoint.com/:b:/s/acp/Ect94a0vx4NHnTtZy8fIAVMBex8SHGQErnM4rzYqh0Zzcw?e=huQLgy> (Acedido em 23-09-2022).
- [2] Harris, Sarah e David Harris: *Digital Design and Computer Architecture: ARM Edition*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1a edição, 2015, ISBN 978-0128000564.
- [3] Paraíso, José e Tiago Dias: *Placa de Desenvolvimento SDP16 – Manual de Utilização*. ISEL, Lisboa, Portugal, junho 2020. <https://iselpt.sharepoint.com/:b:/s/acp/EYLbn2wMpx5BsiVHpjEHmT4BQXC71rwSbEScMs-m0Ims2A?e=mZWNs9> (Acedido em 23-09-2022).