



Atividade Laboratorial 4

Guia de Laboratório

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

Abril de 2023

1 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo estudar o sistema de interrupções do processador P16. A componente experimental do trabalho incide sobre a placa SDP16 e é apoiada pelas ferramentas p16as e p16dbg.

2 Requisitos

- Placa SDP16 com cabo USB;
- Placa ATB com cabo USB;
- PAL ATF750C com implementação de circuito **Falling Edge Detector** (FED);
- Oito cabos *jumper* Dupont macho-macho (ou seis fios AWG 22 ou 24);
- Uma placa de ensaio *breadboard*;
- Computador pessoal com uma instalação nativa, ou em máquina virtual, do sistema operativo Microsoft Windows 10, ou de uma versão superior a esta;
- Assemblador p16as para o processador P16;
- Depurador p16dbg para o processador P16;
- Ferramenta de edição de código-fonte para o P16, e.g. Notepad++ ou Visual Studio Code;
- Ficheiros `lab04_ex1.S` e `lab04_ex2.S` disponibilizados na página de meta disciplina de Arquitetura de Computadores (AC) na plataforma Moodle, na secção 'Aulas Laboratoriais e Práticas'.

3 Trabalho de preparação à atividade laboratorial

As tarefas indicadas nesta secção constituem o trabalho de preparação para esta atividade laboratorial, pelo que deverão ser realizadas antecipadamente à sessão em laboratório. **Os grupos de alunos/as que não cumprirem este requisito ficarão impedidos de realizar a aula laboratorial.**

3.1 Preparação do ambiente de trabalho

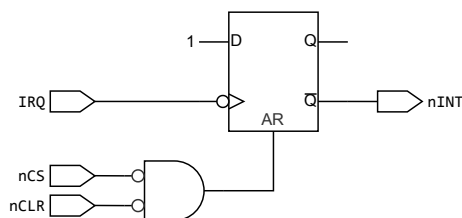
1. No seu computador pessoal, crie uma diretoria com o nome `lab04` dentro da diretoria base que guarda os trabalhos realizados em AC no corrente semestre letivo.
2. Copie para essa diretoria os ficheiros `lab04_ex1.S` e `lab04_ex2.S` disponibilizados na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle.
3. Copie também para essa diretoria o "Manual de Utilização da Placa de Desenvolvimento SDP16" [3]. Este documento está igualmente disponível na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle.

3.2 Funcionamento do sistema de interrupções do P16

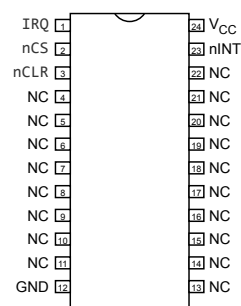
1. Usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16, abra o ficheiro `lab04_ex1.S` e analise o seu conteúdo.
2. Indique o valor que deve ser associado ao símbolo `ENABLE_EXTINT` para que o programa possa dar resposta a pedidos de interrupção externa. Justifique a sua resposta.
3. Apresente a(s) condição(ões) necessária(s) para a execução do troço de código compreendido entre as linhas 25 e 33 do ficheiro `lab04_ex1.S`.
4. Indique a funcionalidade do programa implementado no ficheiro `lab04_ex1.S`.

3.3 Funcionamento do circuito Falling Edge Detector

1. Indique a funcionalidade do circuito FED apresentado na Figura 1a, que será utilizado para excitar a entrada 'nEXT_INT' da placa SDP16 na segunda fase do trabalho a realizar no laboratório.
2. Analise o conteúdo do ficheiro `lab04_ex2.S` usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16 e explique as alterações introduzidas relativamente ao programa implementado no ficheiro `lab04_ex1.S`.
3. Indique o sinal da placa SDP16 que deve ser ligado à entrada 'nCS' do circuito FED. Justifique a sua resposta.
4. Indique o sinal da placa SDP16 que deve ser ligado à entrada 'nCLR' do circuito FED. Justifique a sua resposta.



(a) Diagrama lógico equivalente.



(b) Distribuição de terminais.

Figura 1: Circuito Falling Edge Detector (FED).

3.4 Entrega do trabalho de preparação

1. Usando a aplicação navegadora de Internet (*browser*) da sua preferência, aceda à página de AC para a sua turma na plataforma Moodle do ISEL e selecione a atividade com o título "Preparação relativa à Atividade Laboratorial 4".
2. Carregue no botão "Responder ao teste" para iniciar a atividade.

Atenção: Espera-se que apenas um dos elementos de cada grupo de alunos/as submeta as respostas através desta atividade.

4 Trabalho a realizar no laboratório

4.1 Preparação das placas SDP16 e ATB

1. Dirija-se à sala de apoio aos laboratórios e requise uma placa ATB, uma placa SDP16 e um cabo USB.
2. Repita o procedimento descrito na secção 4.1 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 1" [1] de AC para validar o funcionamento da placa SDP16. Contacte o docente caso detete alguma anomalia no funcionamento da placa que lhe foi atribuída.
3. Repita o procedimento descrito na secção 4.2 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 3" [2] de AC, **ignorando o ponto 5**, para validar o funcionamento da placa ATB. Contacte o docente caso detete alguma anomalia no funcionamento da placa que lhe foi atribuída.

4.2 Abertura da ficha de aferição de conhecimentos da atividade laboratorial

1. Usando a aplicação navegadora de Internet (*browser*) da sua preferência, aceda à página de AC para a sua turma na plataforma Moodle e selecione a atividade com o título "Ficha de aferição de conhecimentos relativa à Atividade Laboratorial 4".
2. Carregue no botão "Responder ao teste" para iniciar a atividade, que tem uma duração máxima prevista de 3 horas e 30 minutos. Quando iniciar a atividade, o temporizador começará a contagem decrescente e não é possível parar ou fazer pausas.
3. Utilize os botões "Página seguinte" e "Página anterior" para navegar entre as várias perguntas que compõem a atividade.

Atenção: Espera-se que apenas um dos elementos de cada grupo de alunos/as submeta as respostas através desta atividade.

4.3 Verificação do funcionamento do sistema de interrupções do P16

1. Usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16, altere o ficheiro `lab04_ex1.S` definindo o valor a associar ao símbolo `ENABLE_EXTINT`.
2. Utilize o assembler `p16as` para gerar o ficheiro binário para o processador P16 correspondente à nova versão do ficheiro `lab04_ex1.S`.
3. Utilize um cabo *jumper* Dupont macho-macho para ligar o interruptor S1 da placa ATB ao sinal 'nEXT_INT' da placa SDP16, conectando uma das suas extremidades a um dos alvéolos da coluna com a designação 'S1' do *Tie-Point Block* P15 da placa ATB e a outra extremidade a um dos alvéolos da quarta linha do *Tie-Point Block* B12 da placa SDP16.
4. Utilize outro cabo *jumper* Dupont macho-macho para ligar a ponta de prova da placa ATB também ao sinal 'nEXT_INT' da placa SDP16, conectando uma das suas extremidades a um dos alvéolos do *Tie-Point Block* P2 da placa ATB e a outra extremidade a outro alvéolo da quarta linha do *Tie-Point Block* B12 da placa SDP16.
5. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
6. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
7. Posicione o interruptor S1 da placa ATB na posição '1' e observe as alterações no estado dos LED D3 ('HIGH') e D4 ('LOW') da placa ATB.
8. Repita o procedimento descrito nos pontos 2 a 6 da secção 4.3 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 1" [1] de AC para carregar o ficheiro `lab04_ex1.S` para a aplicação `p16dbg`.
9. Usando a aplicação `p16dbg`, execute o programa no modo passo-a-passo por forma a realizar duas iterações do ciclo `main_loop` e verifique o seu comportamento observando as alteração de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content', bem como no estado dos LED 'O0' a 'O7' da placa SDP16.
10. Posicione o interruptor S1 da placa ATB na posição '0' e observe as alterações no estado dos LED D3 ('HIGH') e D4 ('LOW') da placa ATB.
11. Faça novamente *reset* ao processador P16, seguindo o procedimento indicado no ponto 6 da secção 4.3 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 1" [1] de AC, e, depois, repita o procedimento descrito no ponto 9.
12. Compare os resultados observados nos pontos 9 e 11, explicando o valor obtido no registo CPSR.
13. Reposicione o interruptor S1 da placa ATB na posição '1'.

14. Na aplicação p16dbg, introduza um ponto de paragem (*breakpoint*) na linha 25 do programa (`push r0`), fazendo duplo clique com o botão esquerdo do rato sobre essa linha.
15. Volte a fazer *reset* ao processador P16, repetindo o procedimento mencionado no ponto 11.
16. Coloque o programa em execução no modo contínuo, carregando *i*) no botão ► da barra de ferramentas 'Debug', *ii*) na opção 'Continue' existente no menu 'Debug', ou *iii*) na tecla F5.
17. Varie o posicionamento do interruptor S1 da placa ATB entre as posições '1' e '0' e verifique o comportamento do programa, observando as alterações de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content', bem como no estado dos LED 'O0' a 'O7' da placa SDP16.
18. Compare os resultados observados no ponto 17 com a resposta indicada no ponto 12.
19. Termine a comunicação entre aplicação p16dbg e a placa SDP16 carregando no botão 'Connect' da barra de ferramentas 'Target' da aplicação p16dbg.
20. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'OFF' para desligar a placa.
21. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'OFF' para desligar a placa.
22. Desconecte o cabo *jumper* Dupont macho-macho ligado ao alvéolo da quarta linha do *Tie-Point Block* B12 da placa SDP16.

4.4 Programação com interrupções

1. Usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16, altere o ficheiro `lab04_ex2.S` definindo o valor a associar ao símbolo `ENABLE_EXTINT`.
2. Utilize o assembler p16as para gerar o ficheiro binário para o processador P16 correspondente à nova versão do ficheiro `lab04_ex2.S`.
3. Realize a montagem do circuito FED usando a placa de ensaio *breadboard* e utilizando os restantes cabos *jumper* Dupont macho-macho para fazer as ligações da PAL ATF750C às placas SDP16 e ATB.
Considere a utilização dos *Tie-Point Blocks* B1 para a obtenção dos sinais VCC e GND, a ligação do interruptor S1 da placa ATB à entrada 'IRQ' do circuito FED e a ligação da saída 'nINT' desse circuito a um dos alvéolos da quarta linha do *Tie-Point Block* B12 da placa SDP16.
4. Posicione o interruptor S1 da placa ATB na posição '0'.
5. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
6. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
7. Repita o procedimento mencionado no ponto 8 da subsecção 4.3 para carregar o ficheiro `lab04_ex2.S` para a aplicação p16dbg.
8. Na aplicação p16dbg, introduza um ponto de paragem (*breakpoint*) na linha 28 do programa (`ldr pc, isr_addr`), fazendo duplo clique com o botão esquerdo do rato sobre essa linha.
9. Faça *reset* ao processador P16, repetindo o procedimento mencionado no ponto 11 da subsecção 4.3.
10. Coloque o programa em execução no modo contínuo e, repetindo o procedimento indicado no ponto 17 da subsecção 4.3, verifique o comportamento do programa observando as alterações de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content', bem como no estado dos LED 'O0' a 'O7' da placa SDP16.
11. Compare os resultados observados no ponto 10 com a resposta indicada no ponto 18 da subsecção 4.3.

12. Termine a comunicação entre aplicação p16dbg e a placa SDP16 carregando no botão 'Connect' da barra de ferramentas 'Target' da aplicação p16dbg.
13. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'OFF' para desligar a placa.
14. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'OFF' para desligar a placa.

4.5 Conclusão da ficha de aferição de conhecimentos da atividade laboratorial

No final da sessão de laboratório deverá submeter todas as respostas dadas às questões enunciadas na ficha de aferição de conhecimentos da atividade laboratorial para aferição do cumprimento dos objetivos propostos. Para tal, deverá usar o botão "Terminar Tentativa" que surge na página da última pergunta desta atividade.

Bibliografia

- [1] Dias, Tiago: *Atividade Laboratorial 1 de Arquitetura de Computadores – Guia de Laboratório*. ISEL, Lisboa, Portugal, 1.2 edição, março 2023.
- [2] Dias, Tiago: *Atividade Laboratorial 3 de Arquitetura de Computadores – Guia de Laboratório*. ISEL, Lisboa, Portugal, 1.3 edição, março 2023.
- [3] Paraíso, José e Tiago Dias: *Manual de Utilização da Placa de Desenvolvimento SDP16*. ISEL, Lisboa, Portugal, 3.1 edição, março 2023. <https://iselppt.sharepoint.com/:b:/s/acp/Ed9PGY5JKnJEsf3rDV2skuIBzBYv4IBaUSR8Y2Ky0tgT4g?e=9MF2y4> (Acedido em 28-04-2023).