



Atividade Laboratorial 4

Guia de Laboratório

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

Maio de 2022

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 PAS e P16Debugger.

2 Requisitos

- Placa SDP16 com cabo USB;
- Placa ATB com cabo USB;
- PAL ATF750C com implementação de circuito **Falling Edge Detector**;
- Seis 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 PAS para o processador P16;
- Depurador P16Debugger para o processador P16;
- Editor de texto Notepad++;
- 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

3.1 Preparação do ambiente de trabalho

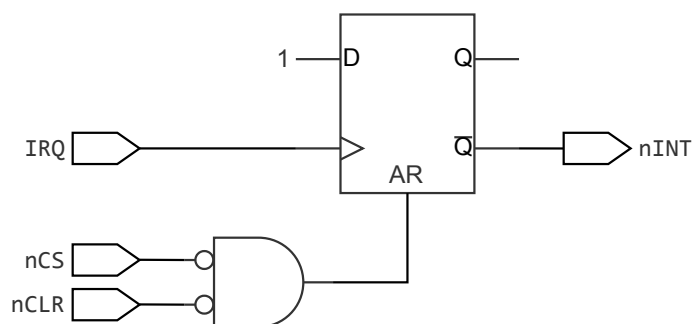
1. No seu computador pessoal, crie uma diretoria com o nome `lab04` dentro da diretoria base que guarda os trabalhos realizados em AC no corrente semestre letivo.
2. Copie para essa diretoria os ficheiros `lab04_ex1.S` e `lab04_ex2.S` disponibilizados na página de meta disciplina de AC na plataforma 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

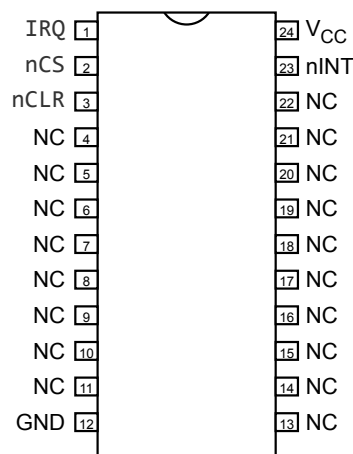
1. Usando o editor de texto Notepad++, abra o ficheiro `lab04_ex1.S` e analise o seu conteúdo.
2. Indique o valor que deve ser associado ao símbolo `ENABLE_EXTINT` para que o programa possa dar resposta a pedidos de interrupção externa. Justifique a sua resposta.
3. Apresente a(s) condição(ões) necessária(s) 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 **Falling Edge Detector** (FED) apresentado na Figura 1a, que será utilizado para excitar a entrada 'nEXTINT' da placa SDP16 na segunda fase do trabalho a realizar no laboratório.
2. Analise o conteúdo do ficheiro `lab04_ex2.S` usando o editor de texto Notepad++ 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).

4 Trabalho a realizar no laboratório

4.1 Preparação das placas SDP16 e ATB

1. Dirija-se à sala de apoio aos laboratórios e requisiite uma placa SDP16, uma placa ATB e dois cabos 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 4.1 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 Verificação do funcionamento do sistema de interrupções do P16

1. Usando o editor de texto Notepad++, altere o ficheiro `lab04_ex1.S` definindo o valor a associar ao símbolo `ENABLE_EXTINT`.

2. Utilize o assembler PAS 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 'nEXTINT' 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 fila 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 'nEXTINT' 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 fila 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 '0' 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 P16Debugger.
9. Usando a aplicação P16Debugger, 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 '1' 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 '0'.
14. Na aplicação P16Debugger, 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. Este modo de execução pode ser realizado carregando, *i*) no botão ► da barra de ferramentas 'Debug', ou *ii*) na opção 'Step into' existente no menu 'Debug'.
17. Varie o posicionamento do interruptor S1 da placa ATB entre as posições '1' e '0' e verifique o comportamento do programa, 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.
18. Compare os resultados observados no ponto 17 com a resposta indicada no ponto 12.
19. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'OFF' para desligar a placa.
20. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'OFF' para desligar a placa.

4.3 Programação com interrupções

1. Usando o editor de texto Notepad++, altere o ficheiro `lab04_ex2.S` definindo o valor a associar ao símbolo `ENABLE_EXTINT`.
2. Utilize o assembler PAS 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 ou B16 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 coluna do *Tie-Point Block* B15 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 4.2 para carregar o ficheiro `lab04_ex2.S` para a aplicação P16Debugger.
8. Na aplicação P16Debugger, 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 4.2.
10. Coloque o programa em execução no modo contínuo e, repetindo o procedimento indicado no ponto 17 da subsecção 4.2, 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 4.2.

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. As respostas preparadas por cada grupo de alunos para as questões enunciadas na subsecções 3.2 e 3.3 devem ser entregues ao docente da respetiva turma até ao início da aula de laboratório, através da página dessa turma de AC 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: *Atividade Laboratorial 1 de Arquitetura de Computadores – Guia de Laboratório*. ISEL, Lisboa, Portugal, 1a edição, março 2022.
- [2] Dias, Tiago: *Atividade Laboratorial 3 de Arquitetura de Computadores – Guia de Laboratório*. ISEL, Lisboa, Portugal, 1a edição, maio 2022.
- [3] Paraíso, José e Tiago Dias: *Manual de Utilização da Placa de Desenvolvimento SDP16*. ISEL, Lisboa, Portugal, junho 2020. https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod_label/intro/sdp16_manual_utilizador_v3.0.pdf (Acedido em 04-05-2022).