



Atividade Laboratorial 3

Guia de Laboratório

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

Março de 2023

1 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo estudar a interação do processador P16 com dispositivos genéricos de entrada e saída, designadamente portos paralelos de entrada e de saída. 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;
- Dois cabos *jumper* Dupont macho-macho (ou dois fios AWG 22 ou 24);
- 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;
- Software de desenho gráfico diagrams.net;
- Ficheiro lab03.S disponibilizado 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 lab03 dentro da diretoria base que guarda os trabalhos realizados em AC no corrente semestre letivo.
2. Copie para essa diretoria o ficheiro lab03.S disponibilizado na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle.
3. Copie para essa diretoria também o "Manual de Utilização da Placa de Desenvolvimento SDP16" [2]. Este documento está igualmente disponível na página de meta disciplina de AC na plataforma Moodle.

3.2 Caracterização da placa SDP16

Considere o diagrama lógico apresentado na Figura 1, correspondente ao esquema de implementação da placa SDP16 na parte respeitante à memória e aos portos.

1. Caracterize os dispositivos de memória instalados na placa SDP16 quanto ao seu tipo, organização e capacidade, em bytes. Justifique a sua resposta.
2. Caracterize os portos instalados na placa SDP16 quanto ao seu tipo, dimensão, em bytes, e modos de acesso suportados, i.e. *word-wise* e/ou *byte-wise*. Justifique a sua resposta.

3. Elabore o mapa de endereçamento do sistema utilizando o software diagrams.net, explicitando as funcionalidades, as capacidades e os endereços de início e de fim do espaço atribuído a cada dispositivo/ conjunto de dispositivos indicado na Figura 1. Se for o caso, indique no mapa também a ocorrência de subaproveitamento, de *fold-back* e a localização de zonas interditas (também designadas por "conflito").

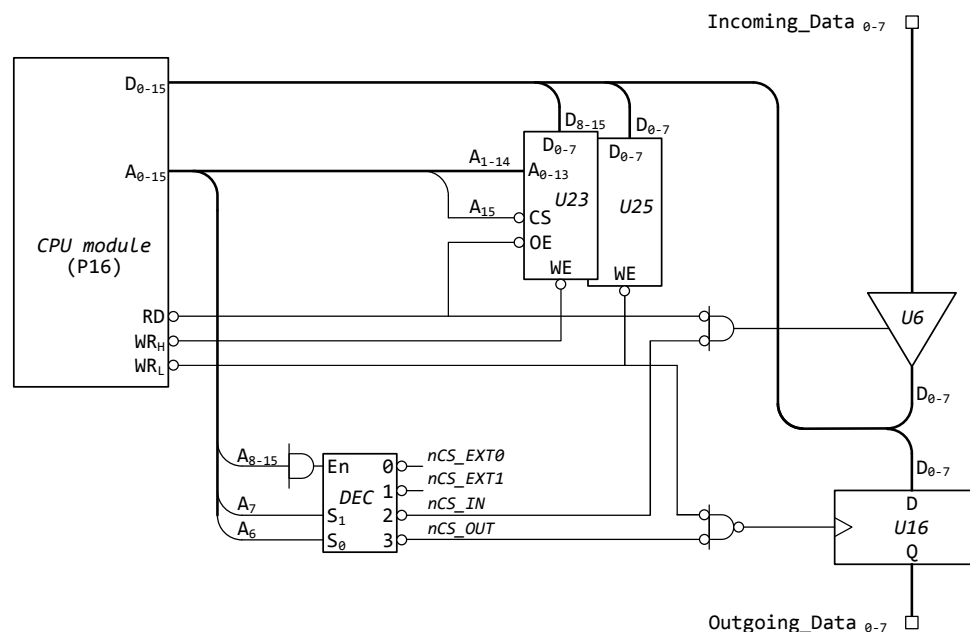


Figura 1: Diagrama lógico equivalente ao esquema de implementação da placa SDP16 na parte respeitante à memória e aos portos (adaptado da imagem produzida pelo professor Hernâni Mergulhão).

3.3 Análise de programas para interação com portas paralelas

1. Usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16, abra o ficheiro `lab03.S` e analise o seu conteúdo.
2. Indique o valor que deve ser associado ao símbolo `INPORT_ADDRESS` para que a rotina `inport_read` interaja com o porto de entrada instalado na placa SDP16. Justifique a sua resposta.
3. Indique o valor que deve ser associado ao símbolo `OUTPORT_ADDRESS` para que a rotina `outport_write` interaja com o porto de saída instalado na placa SDP16. Justifique a sua resposta.
4. Indique a funcionalidade da rotina `sleep` e o tempo necessário para a sua execução na placa SDP16, em função do valor presente no registo `R0`. Justifique a sua resposta.
5. Indique a funcionalidade do programa implementado no ficheiro `lab03.S`.

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 3".
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 da placa SDP16

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

4.2 Preparação da placa ATB

1. Utilize o cabo USB da placa ATB para ligar essa placa ao seu computador pessoal, conectando a ficha macho do tipo B desse cabo USB ao conector J2 da placa ATB e a ficha macho do tipo A do referido cabo a outra porta USB do seu computador.
2. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
3. Verifique o estado do LED 'POWER' da placa ATB, que deverá estar aceso para informar que está a ser fornecida energia elétrica à placa. Contacte o docente se esse LED não estiver aceso.
4. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'OFF' para desligar a placa.
5. Utilize um dos cabos *jumper* Dupont macho-macho para interligar os sinais GND das placas SDP16 e ATB, conectando uma das suas extremidades a um dos alvéolos dos *Tie-Point Blocks* B1 ou B16 da placa SDP16 e a outra extremidade a um dos alvéolos dos *Tie-Point Blocks* P6 ou P7 da placa ATB.
6. Utilize o outro cabo *jumper* Dupont macho-macho para ligar a ponta de prova da placa ATB ao bit 0 do porto de saída 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 um dos alvéolos da coluna zero do *Tie-Point Block* B18 da placa SDP16.

4.3 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 3".
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.

4.4 Análise do funcionamento dos portos paralelos da placa SDP16

1. Usando a ferramenta de edição de código-fonte para o P16, abra o ficheiro `lab03.S` e defina os valores associados aos símbolos `INPORT_ADDRESS` e `OUTPORT_ADDRESS`, conforme as respostas dadas nos pontos 2 e 3, respetivamente, da subsecção 3.3.

2. Utilize o assembler p16as para gerar o ficheiro binário para o processador P16 correspondente ao ficheiro `lab03.S`.
3. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
4. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
5. Repita o procedimento descrito nos pontos 2 a 6 da secção 4.3 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 1" de AC [1] para carregar o ficheiro `lab03.S` através da aplicação p16dbg.
6. Usando a aplicação p16dbg, execute o programa no modo passo-a-passo até à linha 45 e verifique o seu comportamento observando as alterações de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content', bem como no estado do bit zero do porto de saída da placa SDP16 por inspeção do estado do correspondente LED 'O0' da placa SDP16 e dos LED 'HIGH' e 'LOW' da placa ATB.
7. Indique o valor lógico que deve ser escrito no bit i do porto de saída da placa SDP16 para fazer acender o correspondente LED 'Oi'. Para a sua resposta, tenha em atenção também o esquema elétrico deste porto.
8. Na placa SDP16, **desconecte** o cabo *jumper* Dupont macho-macho do *Tie-Point Block* B18 e, de seguida, conecte-o a um dos alvéolos da coluna zero do *Tie-Point Block* B15.
9. Execute o resto do programa no modo contínuo e verifique o seu comportamento quando os interruptores do DIP-switch 'SW1' estão na posição 'ON' e na posição 'OFF', observando as alterações de conteúdo das vistas 'Registers', 'CPSR register' e 'Memory content' da aplicação p16dbg, bem como no estado dos LED 'O0' a 'O7' da placa SDP16.
10. Indique o valor lógico presente no bit i do porto de entrada da placa SDP16 quando o correspondente interruptor do DIP-switch 'SW1' está na posição 'ON'. Para a sua resposta, tenha em atenção também o esquema elétrico deste porto.
11. Compare os resultados observados no ponto 9 com a resposta dada no ponto 5 da subsecção 3.3.

4.5 Conceção de programas que interagem com o sistema de entradas e saídas

Tomando como base o código disponibilizado no ficheiro `lab03.S`, implemente um programa que faça o LED 'O0' da placa SDP16 piscar a um ritmo compreendido na gama 0,5 s, 1 s, 1,5 s, 2 s, 2,5 s, 3 s, 3,5 s, 4 s, com um *duty cycle* de 50%. O valor do ritmo será imposto pelos interruptores 0 a 2 do DIP-switch 'SW1' instalado na placa SDP16.

O interruptor 7 do DIP-switch 'SW1' será utilizado para reger o funcionamento do programa, habilitando o piscar do LED quando está na posição 'ON' ou forçando o LED ao estado apagado na posição contrária.

Após o arranque do sistema, o LED 'O0' deverá estar apagado enquanto o LED 'O7' deverá estar aceso. O LED 'O7' deverá manter-se aceso durante toda a execução do programa para sinalizar que o programa está em execução.

Sugestão de execução faseada do trabalho

1. Altere o programa disponibilizado no ficheiro `lab03.S` para fazer o LED 'O0' da placa SDP16 piscar ao ritmo 0,5 s. Assegure que o LED 'O0' fique apagado após o arranque do sistema.
2. Complete o programa desenvolvido no ponto 1 por forma a que o ritmo do piscar do LED 'O0' seja imposto pelos interruptores 0 a 2 do DIP-switch 'SW1' instalado na placa SDP16.

3. Evolua o programa desenvolvido no ponto 2 de modo ao funcionamento do programa ser regido pelo estado do interruptor 7 do DIP-switch 'SW1'.
4. Conclua o programa desenvolvido no ponto 3 para que o LED 'O7' fique aceso durante toda a execução do programa.

4.6 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] 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/EYLbn2wMpx5BsiVHpjEHmT4BQXC71rwSbEScMs-m0Ims2A?e=mZWns9> (Acedido em 23-10-2022).