



---

## Atividade Laboratorial 3

*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 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 PAS e P16Debugger.

## 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 PAS para o processador P16;
- Depurador P16Debugger para o processador P16;
- Editor de texto Notepad++;
- 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

### 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" [1]. 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 o tipo, a capacidade e os endereços de início e fim do espaço atribuído a cada dispositivo indicado na Figura 1, inscrevendo igualmente, se for o caso, a ocorrência de subaproveitamento e/ou de *fold-back* e a localização de eventuais zonas interditas (também designadas por "conflito").

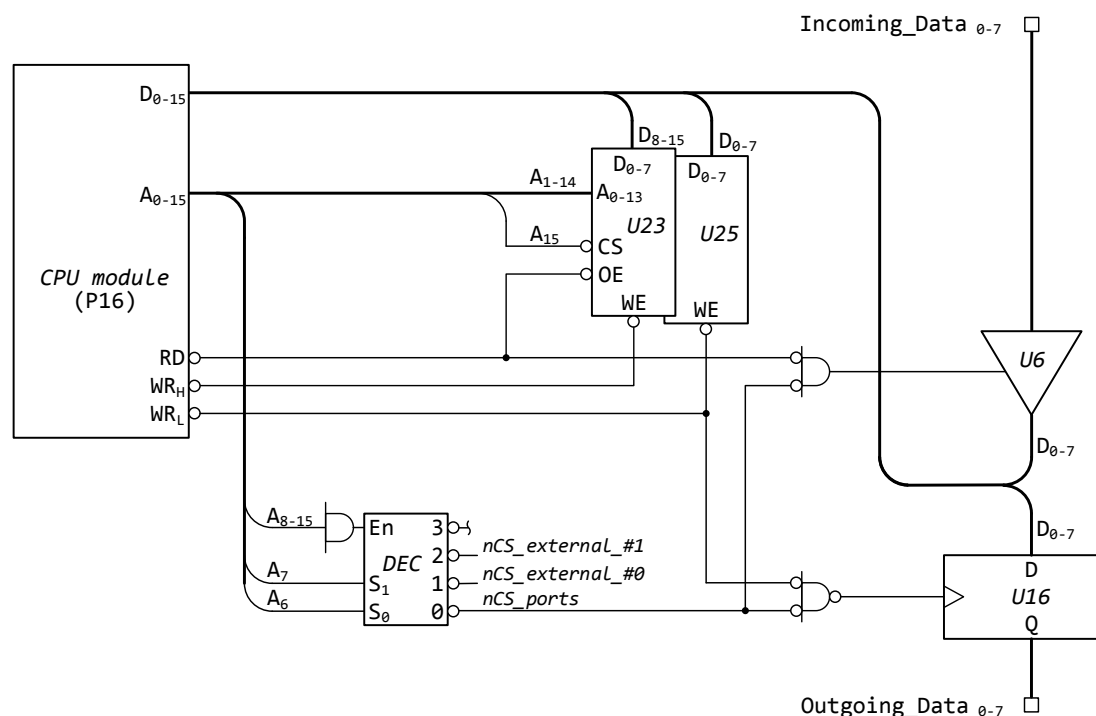


Figura 1: Diagrama lógico equivalente ao esquema de implementação da placa SDP16 na parte respeitante à memória e aos portos (imagem da autoria do professor Hernâni Mergulhão).

### 3.3 Análise de programas para interação com portos paralelos

1. Usando o editor de texto Notepad++, abra o ficheiro `lab03.S` e analise o seu conteúdo.
2. Indique o valor que deve ser associado ao símbolo `INPORT_ADDR` 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_ADDR` 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`.

## 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" 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. Utilize o outro cabo USB disponibilizado para ligar a placa ATB 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.

4. 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.
5. 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.
6. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
7. Verifique o estado do LED 'POWER' da placa ATB, que deverá estar aceso para informar que está a ser fornecida energia elétrica a esta placa. Contacte o docente se esse LED não estiver aceso.
8. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'OFF' para desligar a placa.

#### 4.2 Análise do funcionamento dos portos paralelos da placa SDP16

1. Utilize o assembler PAS para gerar o ficheiro binário para o processador P16 correspondente ao ficheiro `lab03.S`.
2. Posicione o interruptor SW1 da placa ATB na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
3. Posicione o interruptor SW6 da placa SDP16 na posição 'ON' para fornecer energia elétrica à placa.
4. Repita o procedimento descrito nos pontos 2 a 6 da secção 4.3 do guia de laboratório da "Atividade Laboratorial 1" de AC para carregar o ficheiro `lab03.S` para a aplicação P16Debugger.
5. Usando a aplicação P16Debugger, 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.
6. Indique o valor lógico que deve ser escrito no bit  $i$  do porto de saída da placa SDP16 para fazer acender o correspondente LED 'O $i$ '. Justifique a sua resposta também com base no esquema elétrico deste porto.
7. Na placa SDP16, desconecte o cabo *jumper* Dupont macho-macho do *Tie-Point Block* B18 e conecte-o a um dos alvéolos da coluna zero do *Tie-Point Block* B15.
8. 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 P16Debugger, bem como no estado dos LED 'O0' a 'O7' da placa SDP16.
9. 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'. Justifique a sua resposta também com base no esquema elétrico deste porto.
10. Compare os resultados observados no ponto 8 com a resposta dada no ponto 5 da subsecção 3.3.

### 4.3 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.

## 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] 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](https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod_label/intro/sdp16_manual_utilizador_v3.0.pdf) (Acedido em 04-05-2022).