



---

## Atividade Laboratorial 1

*Guia de Laboratório*

---

**ARQUITETURA DE COMPUTADORES**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE  
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

Março 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] 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.
- [2] Dias, Tiago: *Manual de consulta rápida das instruções do P16*. ISEL, Lisboa, Portugal, março 2022. [https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod\\_label/intro/p16\\_qr\\_pt\\_v1.0.4.pdf](https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod_label/intro/p16_qr_pt_v1.0.4.pdf) (Acedido em 14-03-2022).
- [3] Paraíso, José e Tiago Dias: *Placa de Desenvolvimento SDP16 – Manual de Utilização*. 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 14-03-2022).