



---

## Trabalho Prático 4

*Jogo 'Simple e-Craps'*

---

**ARQUITETURA DE COMPUTADORES**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE  
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

6 de Dezembro de 2022

## 1 Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo a exploração do hardware envolvente de um processador no desenvolvimento de programas escritos em linguagem *assembly*. Estão envolvidos os seguintes tópicos: entrada e saída de dados, temporização, interrupções externas, organização de programas em rotinas e implementação de máquinas de estados em software.

## 2 Descrição do trabalho a realizar

Pretende-se desenvolver o protótipo de um sistema embebido para um jogo de dados eletrónico baseado no processador P16, denominado '*Simple e-Craps*'. Este jogo é uma versão simplificada do popular jogo de dados Craps [4], destinado a ser jogado por apenas um jogador e usando um único dado eletrónico com 16 faces. O objetivo do jogador é adivinhar o valor obtido com o lançamento do dado, que poderá ser um número entre 0 e 15. O jogador vence o jogo quando o valor da aposta colocada corresponde ao resultado do lançamento do dado.

## 3 Arquitetura do protótipo

O protótipo do sistema deverá ser implementado recorrendo às placas SDP16 [3] e ATB, ao circuito Pico Timer/Counter (pTC) [1] e a um mostrador de 7 segmentos de cátodo comum [2], conforme ilustrado na Figura 1.

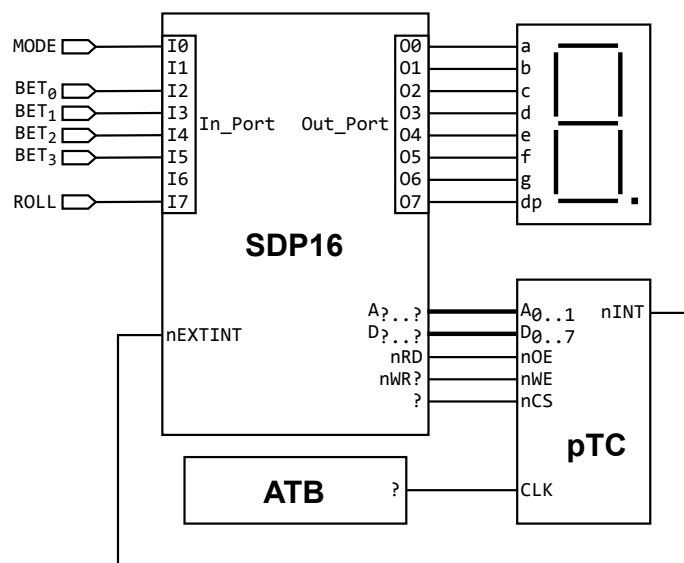


Figura 1: Diagrama de blocos do sistema a desenvolver.

Nesta implementação, o interruptor 0 do DIP-switch '**SW1**' instalado na placa SDP16 será utilizado para definir o valor do sinal **MODE**, que estabelece a etapa corrente do jogo: *aceitar aposta*, quando **MODE**='1', ou *jogar*, quando **MODE**='0'.

A aposta do jogador é definida, em código binário, usando os sinais **BET<sub>0</sub>** a **BET<sub>3</sub>**, cujos valores são estabelecidos utilizando os interruptores 2 a 5 do DIP-switch '**SW1**', respetivamente.

Finalmente, o sinal **ROLL** é utilizado para realizar o lançamento do dado. Este sinal está ligado ao interruptor 7 do DIP-switch '**SW1**'.

As saídas '**O0**' a '**O6**' do porto de saída instalado na placa SDP16 serão utilizadas para informar sobre o movimento do dado e do valor da sua face visível, estando, portanto, associados aos segmentos 'a' a 'g' do mostrador de 7 segmentos, respetivamente.

A saída '07' será utilizado para informar sobre a etapa atual do jogo, ou seja, a aceitar novas apostas ou a jogar, estando associada ao ponto do mostrador de 7 segmentos.

O circuito pTC [1] servirá de suporte à realização das bases de tempo necessárias ao funcionamento do sistema. O sinal de relógio aplicado a este circuito será obtido do oscilador ('OSCILLATOR') disponível na placa ATB.

## 4 Especificação do jogo

O jogo a realizar desenvolve-se de acordo com as seguintes regras.

1. O jogo inicia-se com o mostrador de 7 segmentos apagado e o sistema a aguardar que o jogador manipule o interruptor 0 do DIP-switch 'SW1' para estabelecer o valor lógico '1' no sinal **MODE**, condição que coloca o jogo na etapa em que o jogador pode fazer a sua aposta.
2. Nesta etapa do jogo, o jogador manipula os interruptores 2 a 5 do DIP-switch 'SW1' para definir, em código binário, o valor da sua aposta no sinal **BET**. A aposta pode ser um valor entre 0 e 15.
3. A todo o instante, o valor da aposta colocado pelo jogador é visível, em notação hexadecimal, no mostrador de 7 segmentos. Este mostrador também apresenta o ponto aceso para identificar esta etapa do jogo.
4. O estabelecimento do valor lógico '0' no sinal **MODE** faz evoluir o jogo para a etapa do lançamento do dado.
5. Nesta nova etapa, em que não é aceite a alteração da aposta do jogador, o ponto do mostrador de 7 segmentos está apagado e o sistema aguarda que o jogador lance o dado.
6. O lançamento do dado é implementado fazendo o interruptor 7 do DIP-switch 'SW1' transitar da posição 'OFF' para a posição 'ON', o que provoca uma transição descendente no sinal **ROLL**.
7. Para simular o movimento do dado, é realizado, por 5 vezes, um efeito luminoso no mostrador de 7 segmentos. Este efeito consiste em acender, sequencialmente, os segmentos 'a' a 'f' durante 200 ms.
8. Findo o efeito luminoso, o resultado do lançamento do dado é afixado, em notação hexadecimal, no mostrador de 7 segmentos durante 10 s. Esse valor corresponde a um número gerado pelo sistema de forma pseudo-aleatória.
9. Se o resultado obtido corresponder à aposta colocada pelo jogador, o valor afixado no mostrador deve piscar ao ritmo de 800 ms com fator de ciclo de 75%.
10. Decorridos os 10 s, o sistema retorna à etapa inicial descrita no ponto 1.

## 5 Questões para serem respondidas no relatório

1. Apresente a solução adotada para ligar o circuito pTC à placa SDP16.
2. Explique os cálculos realizados para determinar as temporizações envolvidas neste trabalho.
3. Indique, justificando, a latência máxima do sistema no atendimento dos pedidos de interrupção gerados pelo circuito pTC.
4. Indique, justificando, quanto tempo demora, no pior caso, a execução da rotina utilizada para o atendimento da interrupção externa.

## 6 Avaliação

O trabalho deve ser realizado em grupo e conta para o processo de avaliação da unidade curricular.

**A data limite para a entrega do programa desenvolvido por cada grupo é 7 de janeiro de 2023.** Esta entrega é feita na plataforma Moodle e consiste na submissão do ficheiro `.S` do programa e do correspondente ficheiro `.lst`.

A apresentação da solução desenvolvida por cada grupo decorre em sessão de laboratório, em momento a combinar com o docente responsável pela lecionação das aulas teórico-práticas da respetiva turma. **A data limite para a realização da apresentação é 13 de janeiro de 2023.**

**O relatório do trabalho deverá ser entregue até ao dia 15 de janeiro de 2023**, também na plataforma Moodle, e desse documento deve constar:

- Uma descrição dos elementos relevantes para a compreensão do trabalho realizado;
- As respostas às perguntas formuladas no enunciado, descrevendo, sucintamente, os raciocínios e os cálculos efetuados;
- As conclusões sobre o trabalho realizado;
- A listagem do programa realizado, devidamente indentada e sucintamente comentada.

## Referências

- [1] Dias, Tiago: *Pico Timer/Counter (pTC) – Product Datasheet*. ISEL – IPL, Lisboa, Portugal, v1.1.2 edição, junho 2021. [https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod\\_label/intro/pTC\\_ds\\_v1.1.2.pdf](https://2122moodle.isel.pt/pluginfile.php/1148364/mod_label/intro/pTC_ds_v1.1.2.pdf) (Acedido em 30-05-2022).
- [2] Lite-On Inc.: *LTS-4301JF Datasheet*, setembro 2001.
- [3] Paraíso, José e Tiago Dias: *Manual de Utilização da Placa de Desenvolvimento SDP16*. ISEL – IPL, 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 30-05-2022).
- [4] Wikipedia: *Craps* — *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2022. <https://en.wikipedia.org/wiki/Craps>, acedido em 05-12-2022.