



Trabalho Prático 4

Jogo 'Squash para Um'

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÓNICA E DE
TELECOMUNICAÇÕES E COMPUTADORES

30 de Maio 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 jogos estilo retro [1] baseado no processador P16 que implemente o jogo 'Squash para Um'.

O jogo 'Squash para Um' é uma versão simplificada do popular desporto de raquete squash [3], destinado a ser jogado por apenas um jogador e num ambiente unidimensional (1-D). Neste jogo, o objetivo do jogador/a é manter a bola em movimento pelo maior tempo possível, batendo-a contra a parede frontal. O jogador/a está, sempre, posicionado dentro da caixa de serviço, junto à linha delimitadora mais próxima da parede da retaguarda, e só pode bater na bola durante o seu movimento de retorno, após o embate na parede frontal. O jogo termina quando o jogador/a não consegue bater na bola e, conseqüentemente, esta atinge a parede da retaguarda.

Para tornar o jogo mais desafiante, o jogador/a pode escolher entre quatro níveis de dificuldade: bola lenta, bola normal, bola rápida ou bola com velocidade variável. A pontuação obtida pelo jogador/a corresponde, em qualquer nível, ao número de segundos da duração do jogo.

3 Arquitetura do protótipo

O protótipo do sistema será implementado recorrendo às placas SDP16 [4] e ATB e ao circuito Pico Timer/Counter (pTC) [2], conforme ilustrado na Figura 1.

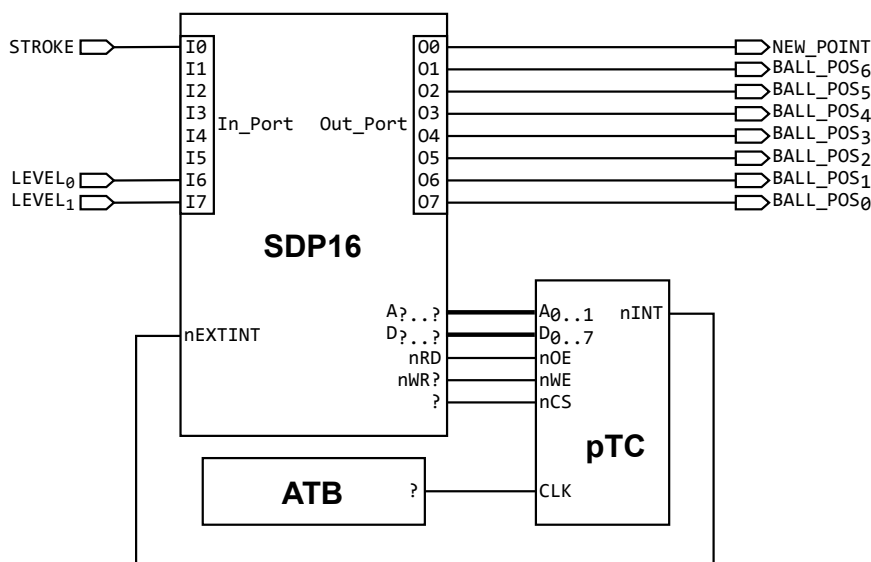


Figura 1: Diagrama de blocos do sistema a desenvolver.

Nesta implementação, o interruptor 'S1' da placa ATB será utilizado para simular um golpe com a raquete por parte do jogador/a, impondo o valor do sinal **STROKE**. Este interruptor está ligado à entrada I0 do porto de entrada instalado na placa SDP16.

Os interruptores 6 e 7 do DIP-switch 'SW1' instalado na placa SDP16 serão usados para estabelecer o valor do sinal **LEVEL** – **LEVEL₀** e **LEVEL₁**, respetivamente –, que define o nível de dificuldade do jogo.

Os *Light-Emitting Diode* (LED) ligados às saídas '01' a '07' do porto de saída instalado na placa SDP16 serão utilizados para informar sobre a posição atual da bola no campo, estando, portanto, associados aos sinais BALL_POS₆ a BALL_POS₀, respetivamente.

O LED ligado à saída '00' será utilizado para informar da atribuição de um novo ponto, pelo que está associado ao sinal NEW_POINT.

O circuito pTC [2] 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 deve cumprir o seguinte modo de funcionamento:

1. O jogo inicia-se com o LED associado ao sinal BALL_POS₀ aceso e os restantes LED apagados, para simular a situação da bola estar com o jogador enquanto este não faz o serviço.
2. A pancada dada na bola no serviço, tal como os restantes golpes dados na bola nas jogadas seguintes, são simulados fazendo o interruptor 'S1' da placa ATB transitar da posição '0' para a posição '1'.
3. Só se consideram válidos os golpes dados na bola quando esta se encontra na zona do jogador, o que corresponde a ter aceso o LED associado ao sinal BALL_POS₀.
4. Cada golpe válido dado na bola origina uma viagem de ida e volta da bola contra a parede frontal, sendo os trajetos de ida e volta da bola simulados realizando dois efeitos luminosos: deslocamento para a direita ou esquerda, respetivamente, de um ponto luminoso usando os LED associados aos sinais BALL_POS₀ a BALL_POS₆.
5. O ritmo de execução dos dois efeitos luminosos é função do nível de jogo, que é definido usando os interruptores 6 e 7 do DIP-switch 'SW1' instalado na placa SDP16 para estabelecer o valor do sinal LEVEL: bola lenta quando LEVEL=00, bola normal quando LEVEL=01, bola rápida quando LEVEL=10 ou bola com velocidade variável quando LEVEL=11.
6. O ritmo de deslocamento associado à bola normal é um valor na gama 0,4 s a 0,8 s.
7. Os ritmos rápido e lento correspondem a metade e ao dobro, respetivamente, do ritmo de deslocamento normal.
8. No nível de velocidade variável, inicialmente, o ritmo de deslocamento é o lento mas, com o passar do tempo, o seu valor vai aumentando.
9. O jogo termina quando o jogador não consegue rebater a bola contra a parede frontal, o que sucede quando não consegue realizar um golpe válido durante o tempo em que o LED associado ao sinal BALL_POS₀ está aceso.
10. Quando o jogador perde o jogo, os LED associados aos sinais BALL_POS₀ a BALL_POS₆ e NEW_POINT são usados, durante cinco segundos, para mostrar a pontuação conseguida pelo jogador, após o que o jogo retorna à situação descrita no ponto 1.
11. A pontuação obtida pelo jogador corresponde ao número de segundos da duração do jogo realizado, independentemente do nível escolhido.
12. Durante o jogo, a cada segundo, o LED associado ao sinal NEW_POINT acende durante 250 milissegundos para informar o jogador que ganhou mais um ponto.

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 18 de junho de 2022. 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 20 de junho de 2022.**

O relatório do trabalho deverá ser entregue até ao dia 22 de junho de 2022, 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] Crecente, Brian: *A History of Handheld Gaming*, 2020. <https://padandpixel.com/a-history-of-handheld-gaming-in-one-photo/>, acedido em 30-05-2022.
- [2] 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 (Acedido em 30-05-2022).
- [3] Federação Nacional de Squash: *Regras de Squash*, 2018. <https://fnsquash.pt/regras-squash/>, acedido em 30-05-2022.
- [4] 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 (Acedido em 30-05-2022).