

Trabalho prático 4

Neste trabalho prático os alunos devem conceber, modelar em VHDL, sintetizar, implementar e testar na FPGA do *kit* Digilent Nexys-4 um contador horário (*countdown timer*) com contagem decrescente, integralmente em hardware.

As principais especificações do contador horário são:

- deverá possuir 4 dígitos, representando minutos e segundos na forma mm.ss;
- o valor máximo do contador é 59.59;
- o controlo do contador horário deverá ser realizado inicialmente por intermédio de dois botões: *start/pause* (btnC) e *reset* (btnR); posteriormente deverão ser adicionadas entradas para acerto;
- quando o contador horário está parado, o botão *start/pause* (btnC) coloca-o em funcionamento e vice-versa;
- o botão *reset* (btnR) coloca o contador horário num valor (estado) pré-definido 59.59;
- quando o contador horário atingir o valor 00.00 deverá parar a ativar um indicador (e.g. um LED);
- o ponto que separa minutos dos segundos deve piscar com frequência 1Hz.

Podem inicialmente ser assumidas as seguintes simplificações:

- a visualização do valor do contador horário pode ser realizada em LEDs em vez de nos displays de 7 segmentos;
- após o reset pode ser carregado sempre o mesmo valor (e.g. 59.59).

Devem também ser considerados os seguintes requisitos de projeto:

- O sistema deve utilizar um sinal de *clock* de 100 MHz para todos os componentes síncronos, apesar do campo de segundos ss ser decrementado à frequência de 1Hz.
- Caso os botões do *kit* Digilent Nexys-4 apresentem *bouncing*, este deverá ser eliminado.

Parte 1

1. Desenhe a interface do contador horário a desenvolver.
2. Conceba a sua arquitetura interna e desenhe no caderno o respetivo diagrama de blocos. Separe claramente a unidade de execução (*datapath*) da unidade de controlo (*controlpath*).
3. Crie um projeto no Xilinx Vivado e modele em VHDL o contador horário a desenvolver, incluindo todos os componentes necessários (realize simulações de acordo com as necessidades).
4. Construa um *top-level wrapper* adequado para instanciação do contador horário e teste no *kit*.
5. Sintetize e implemente o projeto.
6. Programe a FPGA e teste o projeto no *kit* Digilent Nexys-4.

Parte 2

1. Adicione ao projeto e teste o módulo de controlo dos displays de 7 segmentos do *kit* Digilent Nexys-4 desenvolvido no trabalho prático anterior.
 2. Adicione ao contador horário a capacidade de [espelhar](#) o valor inicial (de partida) após um *reset* de uma forma amigável de acordo com as especificações seguintes:
 - o botão btnR ativa/desativa/navega o modo de ajuste;
 - assim que for ativado o modo de ajuste, o contador para e o dígito das dezenas de minutos começa a piscar com frequência 2Hz;
 - o dígito das dezenas de minutos pode ser alterado com ativação contínua dos botões btnU (incrementa) / btnD(decrementa), com frequência 2Hz;
 - o botão btnR permite navegar entre dígitos (dezenas de minutos -> unidades de minutos -> dezenas de segundos -> unidades de segundos), cada um dos quais é alterado conforme os dois pontos anteriores.
 3. Sintetize e implemente novamente o projeto.
 4. Programe a FPGA e teste o projeto completo no *kit* Digilent Nexys-4.
- [Este vídeo](#) ilustra a funcionalidade pretendida.