

Universidade de Aveiro
Dep. de Eletrónica, Telecomunicações e Informática
Laboratório de Sistemas Digitais
Projeto Final Nº6 - Ano Letivo 2023/24
“AirFryer Controller”

1. Introdução

Uma “airfryer” é essencialmente um pequeno forno de convecção que utiliza a circulação de ar quente para cozinhar os alimentos de forma eficiente. Neste trabalho, pretende projetar-se e implementar na FPGA e testar no kit Terasic DE2-115 um sistema análogo que permita a programação e controlo duma “airfryer”. O sistema deve utilizar os diversos tipos de interface do kit: interruptores, botões e displays para a interação e monitorização com o sistema

2. Descrição do funcionamento e requisitos

De uma forma geral, este trabalho consiste em modelar em VHDL, simular, sintetizar, implementar na FPGA e testar no kit Terasic DE2-115 um sistema digital para controlo duma “airfryer” tendo em conta a seguinte lista mínima de especificações:

- Para simplificar admita que sempre que a “airfryer” está desligada a temperatura inicial é de 20°.
- Admita que o funcionamento decorre segundo a escala 1 minuto => 1 seg
- Admita que o “sensor de temperatura” nas fases de aquecimento e arrefecimento tem uma variação de 10°/min.
- Após ativação duma entrada ON_OFF, a máquina entra em estado de expectativa (IDLE) e assume o par temperatura-tempo: (200°, 18 mins) para cocção em modo default.
- Deve existir uma entrada OPEN_OVEN que indica que a cuba de cocção vai ser extraída (para retirar ou carregar alimentos)
- O ajuste de temperatura e tempo deve ser efetuado com botões de pressão em modo “single clicks”.
- A “airfryer” deve incluir os seguintes programas:
 - Default: (200°, 18 mins).
 - User: o utilizador define temperatura, tempo de pré-aquecimento, tempo de cocção. Note que em pré-aquecimento a cuba de cocção de verá estar vazia.
 - Rissóis: 180°, 3 mins pré-aq., 15 mins cocção
 - Batatas: 200°, 5 mins pré-aq., 20 mins cocção
 - Filetes de peixe: 170°, 3 mins pré-aq., 20 mins cocção.
 - Hamburger: 170°, 5 mins pré-aq., 20 mins cocção
- Deve existir uma entrada RUN que inicia o processo de cocção ou de pré-aquecimento.
- A meio de qualquer processo cocção 4 LEDS verdes devem piscar para alertar visualmente o utilizador que pode querer extrair a cuba para agitar ou virar os alimentos.
- O controlador deverá ter uma saída luminosa FOOD_IN que indica o fim do pré-aquecimento e requer que a cuba seja retirada para colocar os alimentos. A taxa de arrefecimento passa para os 20°/min
- O sistema deve informar o utilizador do “status” do processo e dos momentos onde é necessário introduzir e retirar os alimentos. Utilize os LEDS que achar necessários quer em modo estático em modo “blink”.

- Após o fim do processo o utilizador deve poder colocar a “airfryer” em modo de arrefecimento até atingir a temperatura ambiente (20°) com a cuba no exterior. A máquina deve permanecer ligada em modo IDLE. O sistema deve entrar em modo de arrefecimento rápido se assim o utilizador determinar. Use um switch para o efeito.
- A máquina deve utilizar um sinal de *clock* de 50MHz para todos os componentes síncronos.

Mapeamento sugerido para os sinais no kit Terasic DE2-115:

ON_OFF: SW(0)

RUN: SW(1)

OPEN_OVEN: SW(2)

PROGRAMS: SW(4,5,6)

TimerUp: Key(0)

TimerDw: Key(1)

TempUp: Key(2)

TemUp: Key(3)

FOOD_IN: LEDG(0)

HALFTIME: LEDG(7...4)

FAST_COOL: SW(7).

STATUS: LEDR(0,1,2,): IDLE, PreHEAT, COOK, FINISH, COOL

Temperature Display: HEX0, HEX1 e HEX2 (código BCD)

Time Display: HEX4 e HEX5 (código BCD)

RefClock: CLOCK_50

3. Sugestões para implementação

Duma forma geral, neste projeto, necessitaremos de componentes de gestão do tempo, de gestão da temperatura e uma máquina de estados que coordene o funcionamento do sistema. Note que importa ter cuidado com o “debouncing” dos botões de pressão.

A implementação deste sistema deve seguir uma estratégia faseada, de acordo com a descrição que se sugere:

Fase 1 (1 valor): Comece por elaborar um diagrama de blocos que corresponda a uma arquitetura de alto nível do sistema. Sugestão: considere pelo menos um bloco de controlo de temperatura, outro para controlo do tempo, uma máquina de estados e um bloco de descodificação de estados e saídas. Identifique claramente as entradas, saídas e sinais determinantes na comunicação entre blocos.

Fase 2 (3 valores): Implementar uma versão do bloco de controlo de temperatura.

Fase 3 (3 valores): Implementar uma versão do bloco de controlo de tempo.

Fase 4 (2 valores): Elaborar o diagrama de estados.

FASE 5 (4 valores): Simular e implementar a máquina de estados.

Fase 6 (5 valores): Interligar os blocos anteriores e refinar o projeto