

**Universidade de Aveiro**  
**Dep. de Eletrónica, Telecomunicações e Informática**  
**Laboratório de Sistemas Digitais**  
**Projeto Final Nº5**                      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” o ajuste deve ser unitário. Em modo de pressão contínua o ajuste deverá ser de 5 em 5°.
- 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
  - Vegetais: 160°, 20 mins cocção
- Deve existir uma entrada RUN que inicia o processo de cocção ou de pré-aquecimento.
- 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.

- 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 quer 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.
- 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)

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