



AirFryer Controller

Projeto Final Nº4 - Ano Letivo 2023/24

Universidade de Aveiro

Joana Santiago, Joana Silva

(119705) joanassantiago@ua.pt, (119844) joanasilva19@ua.pt

2 de junho de 2024

Índice

1	Introdução	1
2	Arquitetura	2
3	Implementação	4
4	Validação	6
5	Manual do utilizador	9
6	Conclusão	11

Capítulo 1

Introdução

Este projeto tem como objetivo modelar em **VHDL** e implementar na placa **FPGA Terasic DE2-115** um sistema digital que simule uma *Airfryer*. Existem 2 secções de *displays*, uma para a temperatura e outra para o tempo. É possível escolher um dos 6 programas que existem, sendo que num deles o utilizador define tanto o tempo de pré-aquecimento e de cocção, e qual o valor da temperatura. O projeto conta ainda com 5 blocos principais que vão simular o funcionamento de uma *airfryer*.

Todos os blocos funcionam, e o projeto compila sem problemas, só que quando se testa na **FPGA** não é possível carregar em nenhum botão. Este problema, possivelmente, deve-se ao facto de o top-level ter sido feito num diagrama de blocos ou por causa dos sinais.

Capítulo 2

Arquitetura

O sistema é composto por vários blocos unidos através de um *top-level entity*, sendo os blocos usados:

- Um *Temperature Control* que tem como função controlar os *inputs* que o utilizador escolhe para a temperatura da *airfyer*;
- Um *Timer Control* que tem exatamente a mesma função do *Temperature Control* mas neste caso serve para o tempo do pré-aquecimento e de cocção;
- Um *Timer Temperature* que tem como objetivo controlar quando a temperatura precisa de descer e quando precisa de subir;
- Um *Timer Time* que controla o tempo que cada programa é executado;
- Uma *FSM* cujo funcionamento é descrito no Capítulo 3;
- Um *Bin7SegDecoder* que "traduz" os valores de tempo e temperatura de binário para 7 segmentos com o objetivo destes serem exibidos nos respetivos *displays*.

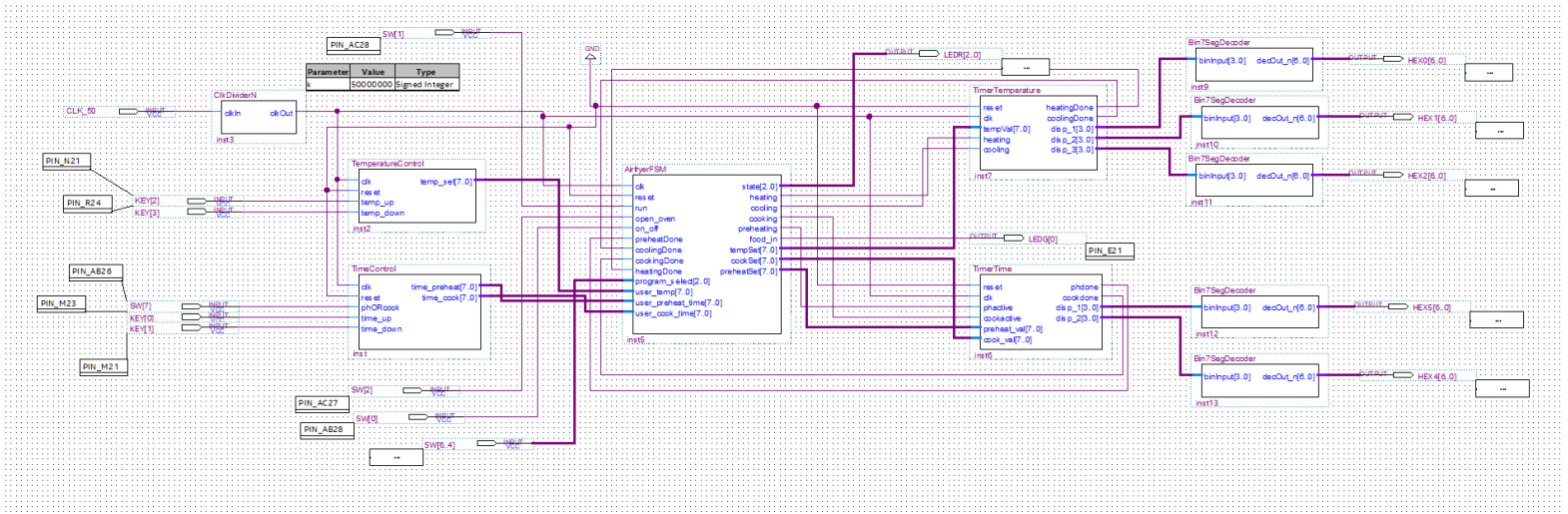


Figura 2.1: Diagrama de blocos

Capítulo 3

Implementação

Este projeto, tal como todos os outros, contém uma máquina de estados que é o coração do projeto. Esta inclui 5 estados: o **IDLE**, que é o estado inicial; o **PreHEAT**, estado onde se faz o pré-aquecimento; o **COOK**, onde se faz a cocção; o **FINISH**, para indicar que todos os procedimentos foram feitos e que é necessário fazer o **COOLING** que é o último estado onde a *airfryer* volta à temperatura inicial.

No estado **IDLE**, o utilizador escolhe o programa desejado (default, user, rissoes, batatas, filetes de peixe e hamburguer). De seguida, ao carregar no **Run**, a máquina começa por aquecer (*heating*). Depois, quando termina, passa para o estado seguinte (**PreHEAT**).

Neste estado dá-se o pré-aquecimento. Quando acabar a contagem decrescente do tempo definido, a *airfryer* passa para o estado **COOK**. Este só é ativado depois do utilizador retirar e voltar a colocar a cuba. Depois de terminar a contagem, o estado **FINISH** é ativado.

Para passar ao estado **COOLING**, o utilizador necessita de retirar a cuba. Quando isso acontecer, a máquina volta à temperatura inicial e regressa para o estado **IDLE**.

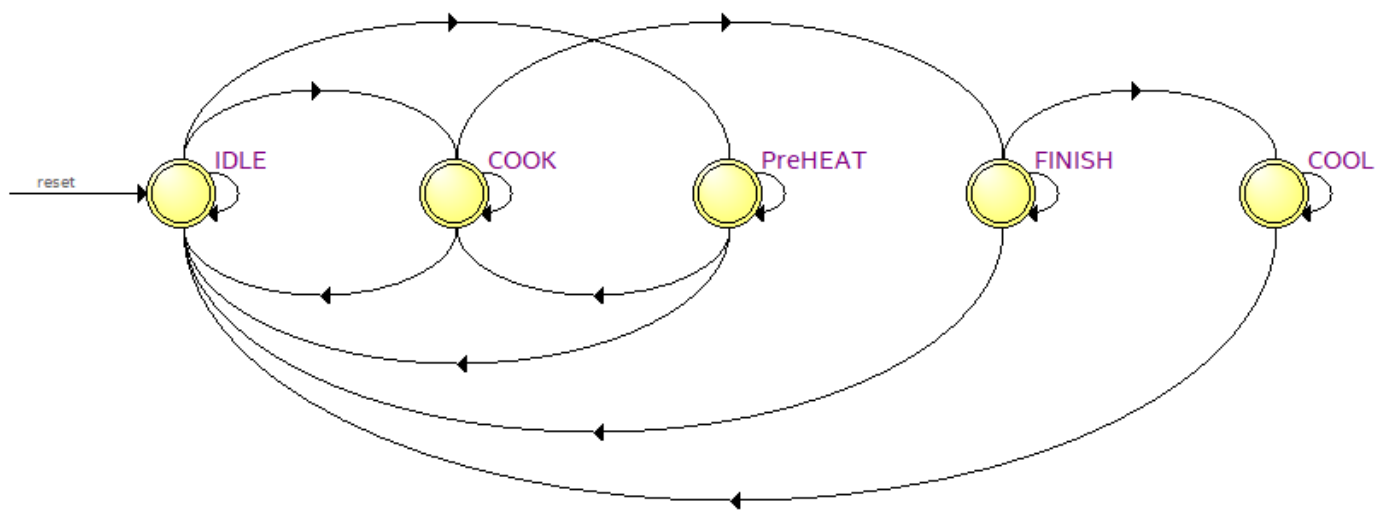


Figura 3.1: Máquina de Estados

Capítulo 4

Validação

Como foi dito na introdução está tudo a funcionar e são apresentadas a seguir as simulações de cada módulo principal:

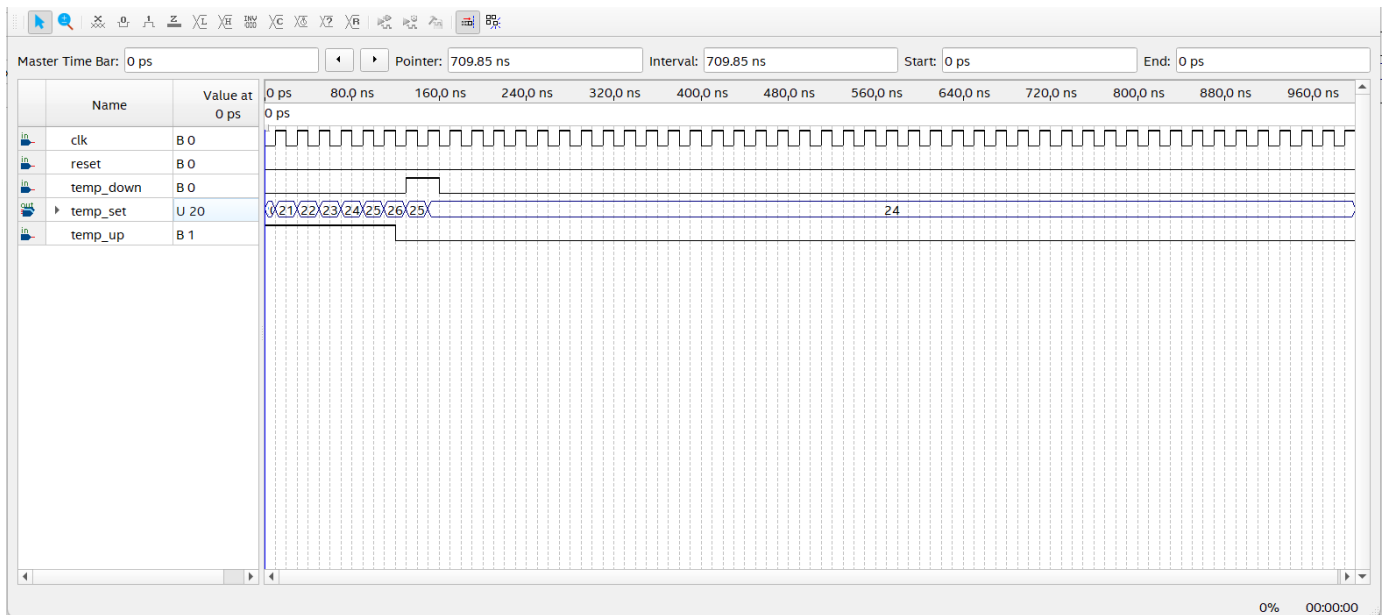
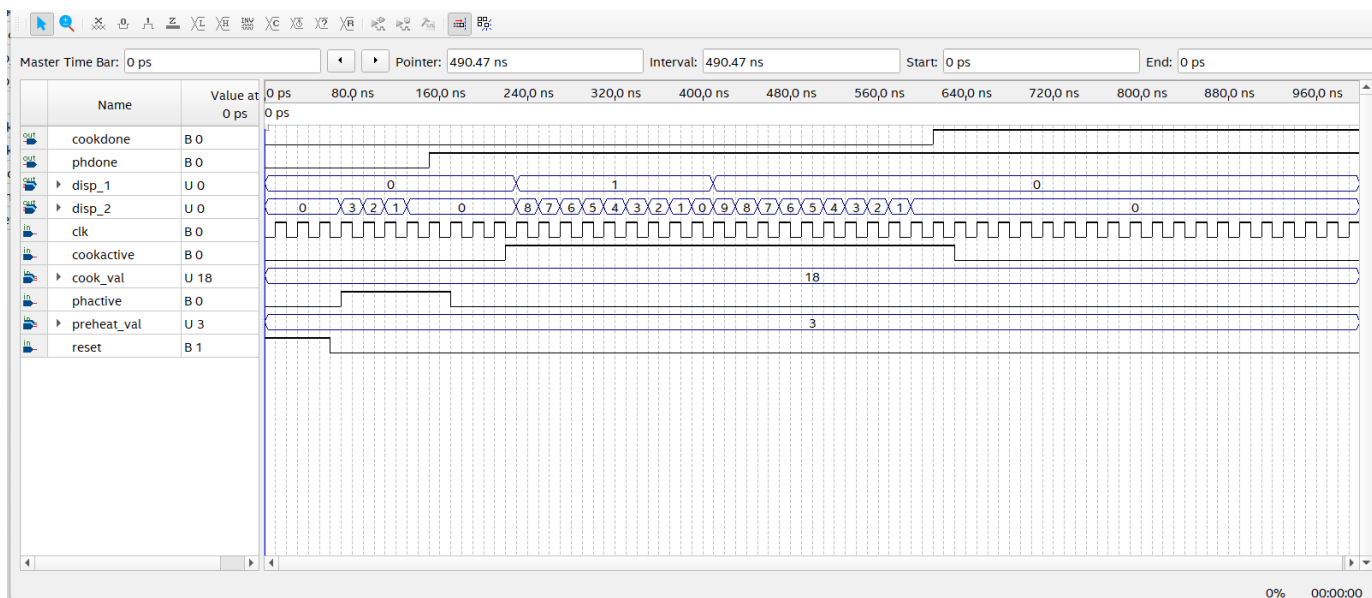
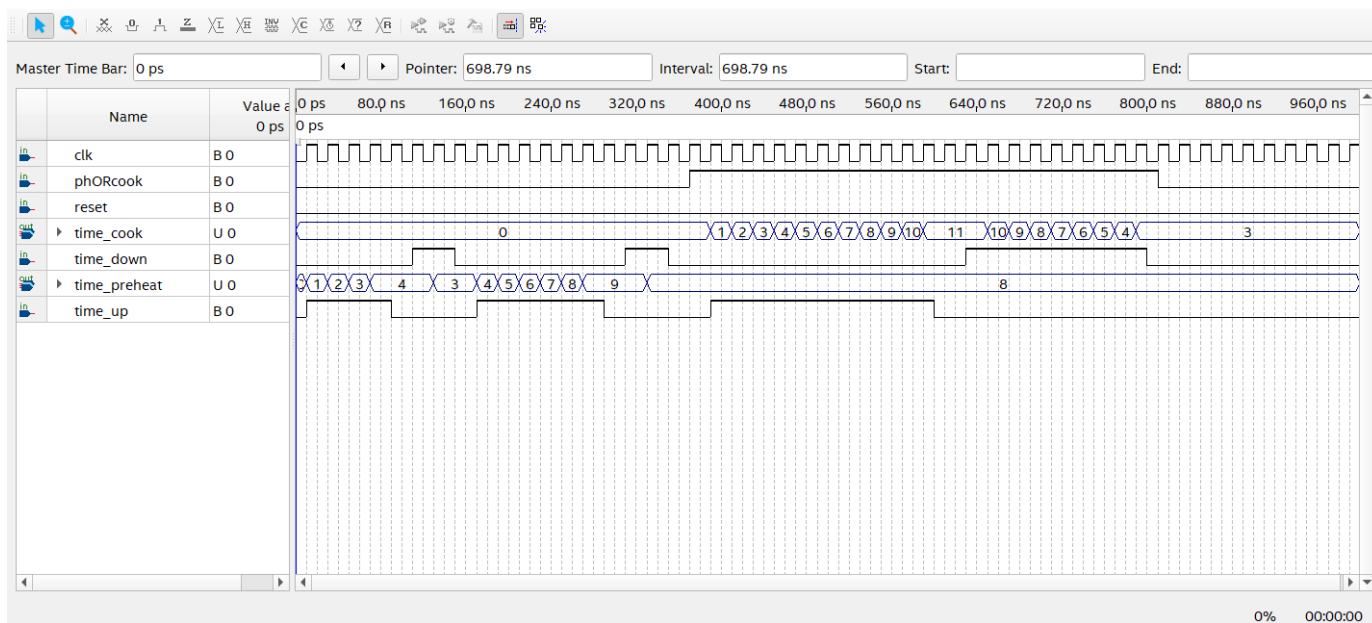


Figura 4.1: Waveform - TemperatureControl (waveform 1)



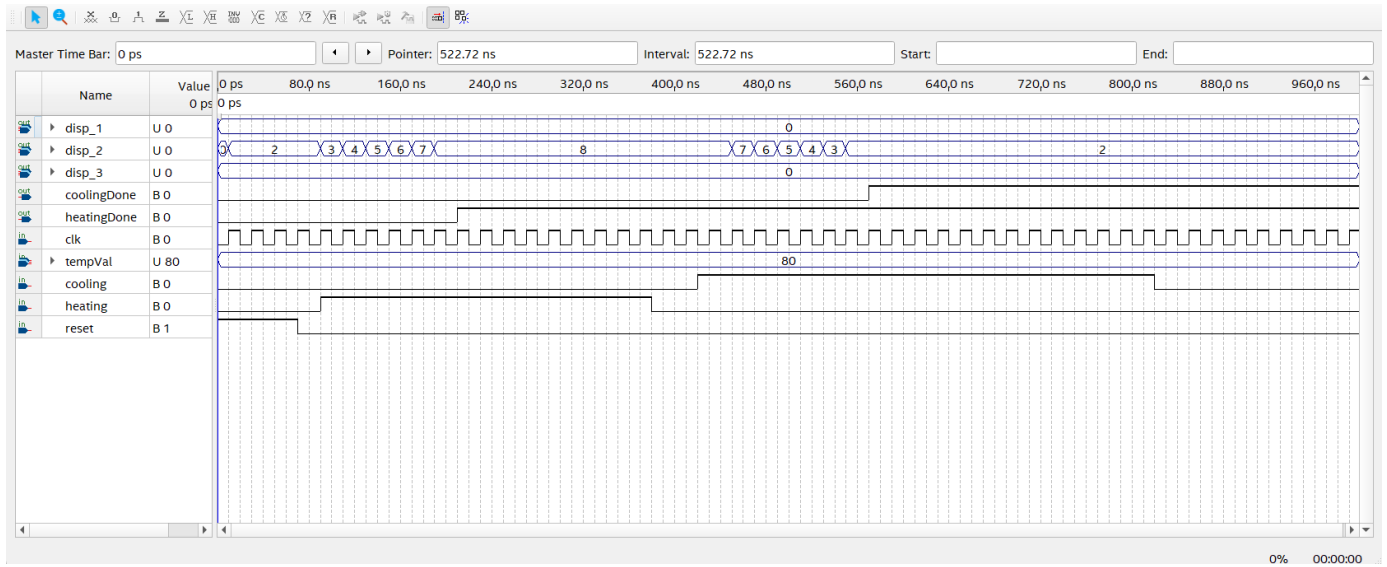


Figura 4.4: Waveform - TimerTemperature (waveform 3)

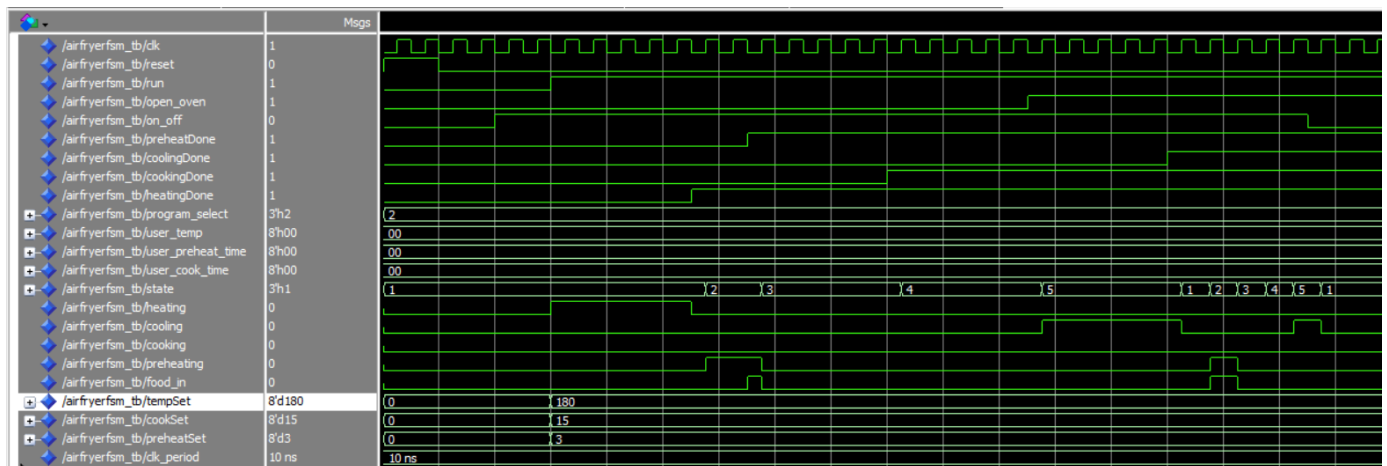


Figura 4.5: Simulação - AirfryerFSM (AirfryerFSM_TB)

Capítulo 5

Manual do utilizador

Ligue a *Airfryer* usando o **SW0**.

Selecione um dos programas usando **SW4**, **SW5** e **SW6**.

- **SW4** User: o utilizador define a temperatura e o tempo, respetivamente, através dos botões **KEY2** (para aumentar) e **KEY3** (para diminuir) e dos botões **KEY0** (para aumentar) e **KEY1** (para diminuir).
- **SW5** Rissóis: Temperatura - 180^o, Tempo de pré-aquecimento - 3 minutos e Tempo de cocção - 15 minutos. (A temperatura e o tempo de pré-aquecimento e de cocção já se encontram definidos para este programa. O mesmo acontece com os restantes programas.).
- **SW4** e **SW5** Batatas: Temperatura - 200^o, Tempo de pré-aquecimento - 5 minutos e Tempo de cocção - 20 minutos.
- **SW6** Filetes de peixe: Temperatura - 170^o, Tempo de pré-aquecimento - 3 minutos e Tempo de cocção - 20 minutos.
- **SW4** e **SW6** Hamburguer: Temperatura - 170^o, Tempo de pré-aquecimento - 5 minutos e Tempo de cocção - 20 minutos.

Clique no **Run** para que o programa selecionado seja executado.

Caso clique no **Run** sem ter selecionado nenhum programa, a airfryer assume o programa **Default**, que tem temperatura definida para 200^o e tempo de cocção para 18 minutos. Este programa não dispõe de tempo de pré-aquecimento.

O **LEDG0** indica o fim do pré-aquecimento e que a cuba deve ser retirada (através do **SW2**) para a inserção do alimento e para ser possível dar início à cocção do mesmo.

É possível observar nos *displays* a temperatura (**HEX0**, **HEX1** e **HEX2**) e o tempo, quer de pré-aquecimento quer de cocção, (**HEX4** e **HEX5**).

Os **LEDR0**, **LEDR1** e **LEDR2** indicam o estado atual da airfryer, sendo eles:

- Nenhum dos *Leds* se encontra ligado: IDLE: estado de expectativa da máquina.
- **LEDR0** Pré-aquecimento.
- **LEDR0** e **LEDR1** Cocção.
- **LEDR2** Término: indica o final da cocção do alimento.
- **LEDR0** e **LEDR2** Refrigeração: indica o arrefecimento da airfryer.

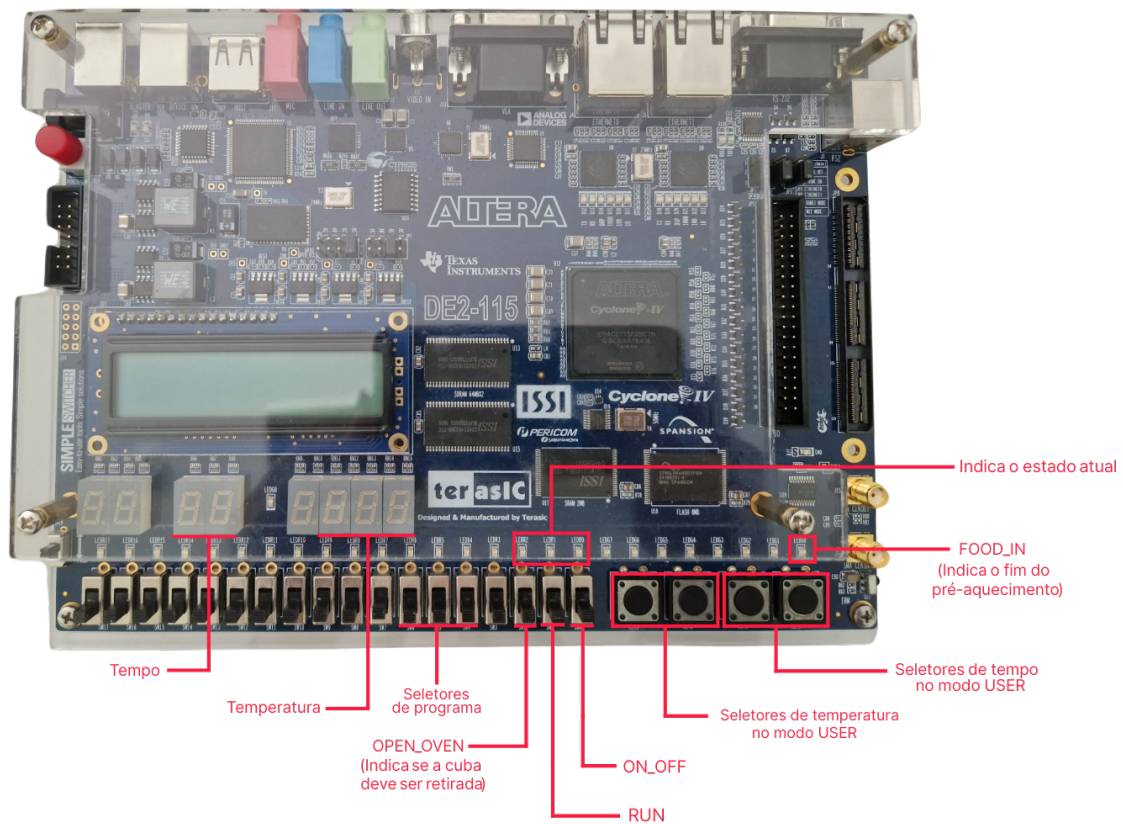


Figura 5.1: *Controlos na FPGA*

Capítulo 6

Conclusão

Este projeto foi bastante desafiante, visto que só um elemento do grupo é que o realizou. Todos os módulos estão a funcionar, mas quando o *top-level* do projeto é ligado à **FPGA**, este não funciona quando se mexe nos *switches* e nas *keys*. A parte mais difícil, foi fazer os *timers* e a máquina de estados, dado que se tinha de ter em consideração todos os *inputs*, *outputs* e sinais que eram necessários para que tudo se interligasse.

Auto-avaliação: 14 valores

Joana Santiago (119705): 80%

Joana Silva (119844): 20%