

# AIRFRYER

Universidade de Aveiro

**Catarina Rabaça, Íris Biaguê**

# AIRFRYER

Dept. de Eletrónica, Telecomunicações e Informática  
Universidade de Aveiro

**Catarina Rabaca, Íris Biaguê**  
(119582) catarina.rabaca@ua.pt, (119251) irisbiague@ua.pt

1 de junho de 2024

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Arquitetura</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Implementação</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Validações</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Manual do Utilizador</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>9</b>

# Lista de Figuras

2.1	Esquema de blocos da primeira parte do circuito. . . . .	2
2.2	Esquema de blocos da segunda parte do circuito. . . . .	3
2.3	Esquema de blocos da última parte do circuito. . . . .	4
3.1	Representação esquemática da Máquina User através do STV (State Machine Viewer). . . . .	5
3.2	Representação esquemática da Máquina de Estados Principal atra- vés do STV (State Machine Viewer). . . . .	6
4.1	Representação do código total desenvolvido em BDF. . . . .	7
5.1	Manual do utilizador. . . . .	8

# Capítulo 1

## Introdução

No âmbito da unidade curricular de Lógica e Sistemas Digitais (LSD), foi proposto o desenvolvimento de um projeto prático que envolvesse a aplicação dos conceitos teóricos adquiridos ao longo do semestre. O nosso grupo decidiu escolher e implementar uma airfryer utilizando VHDL (VHSIC Hardware Description Language).

A motivação para a escolha deste projeto na variante P4 reside no interesse pelo tipo de máquina em questão e na forma de construção do sistema subjacente ao seu funcionamento.

Inicialmente, exporemos a arquitetura do sistema com uma breve descrição e um esquema de blocos. Em seguida, apresentaremos os esquemas das máquinas de estados finitos desenvolvidas no projeto, detalharemos o uso das simulações, forneceremos um manual de utilizador com os comandos implementados e, por fim, incluiremos uma breve conclusão sobre o projeto. Nesta conclusão, serão abordadas as nossas considerações gerais sobre o projeto, as percentagens de envolvimento dos participantes e a consequente autoavaliação do projeto.

## Capítulo 2

# Arquitetura

O funcionamento da airfryer pode ser dividido em três partes distintas. Iniciaremos pela implementação da manipulação dos parâmetros em modo utilizador.

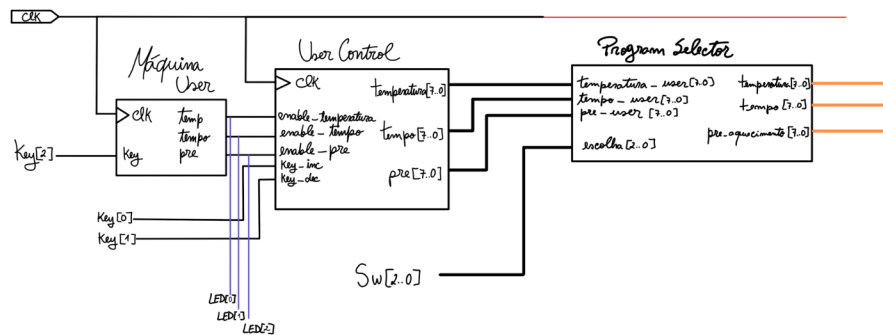


Figura 2.1: Esquema de blocos da primeira parte do circuito.

Começamos com a criação de uma máquina de estados que recebe a **KEY[2]** e um **CLOCK\_50**, a qual possui quatro estados principais: **INICIAL**, **TEMPERATURA**, **TEMPO** e **PREE**.

O funcionamento desta máquina será abordado no capítulo seguinte, portanto, por agora, iremos focar-nos nos aspetos principais.

Esta máquina de estados enviará sinais tanto para um controlador como para três LEDs: **LEDG[0]**, **LEDG[1]** e **LEDG[2]**, que servirão para indicar o parâmetro

que está a ser alterado no controlador.

No controlador, os sinais provenientes da máquina de estados irão ativar o parâmetro a ser modificado. Com o auxílio das teclas KEY[0] e KEY[1], será possível incrementar e decrementar os valores.

As saídas do **User Control**, que representam os valores escolhidos, irão então entrar no **Program Selector**, onde, com o auxílio dos interruptores SW[2..0], será escolhido o programa a ser ativado na airfryer: *Default (000)*, *User (001)*, *Rissóis (010)*, *Batatas Fritas (011)*, *Filetes de Peixe (100)* e *Hamburger (101)*. Do **Program Selector** sairão os valores que serão utilizados no processo de preparação dos alimentos.

Vamos partir então para a segunda parte da airfryer.

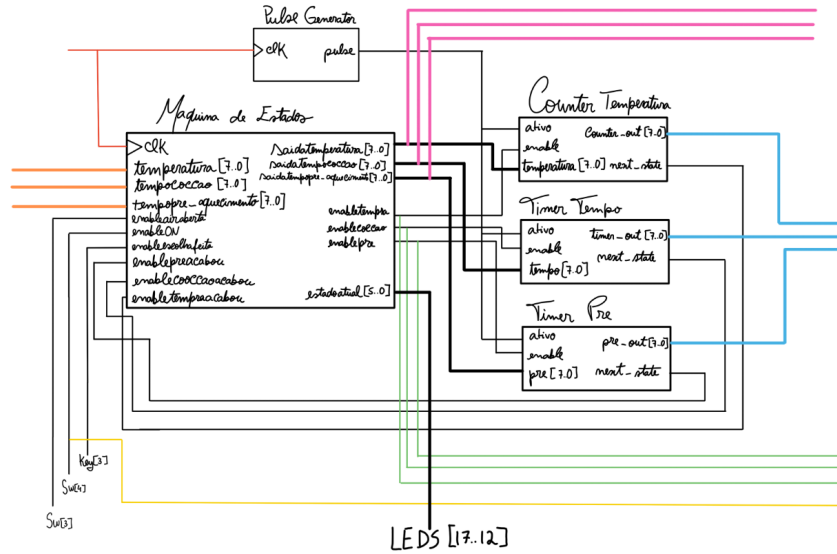


Figura 2.2: Esquema de blocos da segunda parte do circuito.

Iniciamos com a recepção dos outputs do seletor de programas, o clock e o *enable* da abertura da cuba, cujo gatilho é o SW[3], que serve para indicar se a cuba da airfryer foi introduzida (1) ou retirada (0), o *enable* ligado pelo SW[4] que serve para ligar ou desligar a airfryer, o *enable* da escolha feita que quando pressionada a Key[3] dá início ao processo de cozinhamento, e os 3 *enables*: *enablepreacabou*, *enablecocaacabou* e *enabletemperaturaacabou* que são outputs dos timers e do contador que vão alertar a máquina do final dos processos de pré-aquecimento, cozedura e arrefecimento. Estes são os que vão entrar na **Máquina de Estados**, a máquina de estados principal.

Os outputs desta máquina serão *enables* para os timers e para o contador, ou seja, vão ativar as contagens dos mesmos, a saída da temperatura, do tempo

de cozedura e do pré-aquecimento atuais e o estado atual (5 down to 0), onde será possível observar nos LEDR[17..12] o estado atual da máquina.

Já os timers e o contador recebem os respectivos valores: **Counter Temperatura** recebe a *temperatura[7..0]* e o *enable* da máquina de estados (*enabletempra*), **Timer Tempo** recebe o *tempo[7..0]* e o *enable* da máquina de estados (*enablecoccao*) e o **Timer Pre** recebe o *pre[7..0]* e o *enable* da máquina de estados (*enablepre*). Além disso, eles recebem todos em comum um output de um gerador de pulsos, que gera um pulso a cada segundo, de modo que os timers e o contador contem uma vez por segundo.

Os outputs destes blocos serão *enables* para a **Máquina de Estados**, que vão alertar a mesma que estes acabaram a contagem e serão também os valores atuais de temperatura, tempo de cozedura e pré-aquecimento na decrementação dos valores.

Os valores atuais de temperatura, tempo de cozedura e pré-aquecimento vão então entrar em conjunto com os valores definidos da máquina de estados antes da entrada no contador e nos timers, em conjunto com os *enables* do contador e dos timers num **Seletor de Entradas**, de modo a escolher quais serão mostradas nos displays. O *enable* ligado pelo SW[4] (interruptor que liga ou desliga a Airfryer) serve para que não saia nada no display caso a mesma esteja desativada.

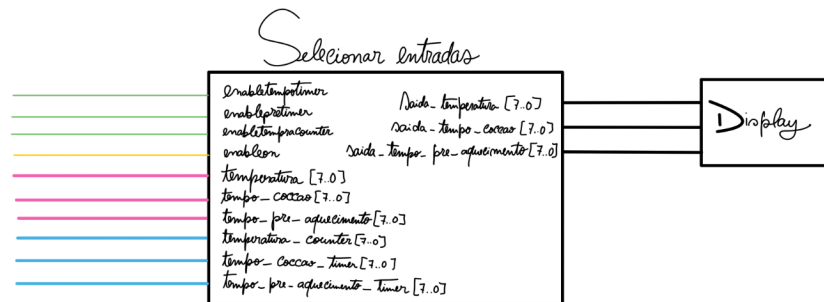


Figura 2.3: Esquema de blocos da última parte do circuito.



## Capítulo 3

# Implementação

As máquinas de estados foram fundamentais para o correto e eficiente funcionamento da nossa Airfryer. No nosso projeto fizemos então uso de duas máquinas: Máquina de estados principal e Máquina de estados do user. Começando por descrever a Máquina de estados do User, como referido no último capítulo é composta por 4 estados: INICIAL, TEMPERATURA, TEMPO E PREE. Basicamente esta máquina altera de estado quando o sinal Key, proveniente da KEY[2] é '1'. No estado INICIAL, todos os sinais estão definidos como '0', no estado TEMPERATURA o output temp recebe o valor '1', o estado TEMPO o output tempo recebe o valor '1' e no último estado, PREE, o output pre recebe o valor '1'. Caso o sinal da key volte a ser '0' no último estado a máquina volta ao estado INICIAL.

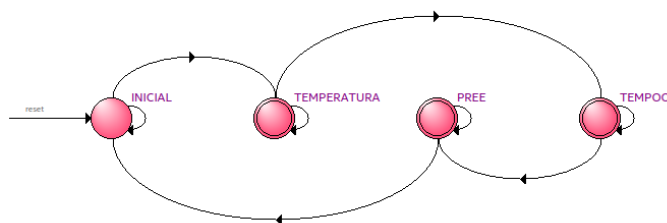


Figura 3.1: Representação esquemática da Máquina User através do STV (State Machine Viewer).

A máquina principal possui 8 estados: **IDLE**, **PREAQ**, **AIRABERTA**, **AIRFECHADA**, **COCCAO**, **AIRABERTA2**, **AIRFECHADA2**, e **AR-REFECIMENTO**. Quando ligada (*enableON*), a máquina entra no estado

**IDLE.** Se nenhuma escolha foi feita ( $enablecolhafeita = '0'$ ) e a cuba não está aberta ( $enableairaberta = '0'$ ), a máquina passa para o estado **PREAQ**.

No estado **PREAQ**, a máquina se prepara para o pré-aquecimento ( $enablepre = '1'$ ) e monitora o término desse processo ( $enablepreacabou = '1'$ ). Quando concluído e a cuba não está aberta, a máquina vai para o estado **AIRABERTA**.

No estado **AIRABERTA**, a máquina abre a cuba. Se a cuba estiver aberta ( $enableairaberta = '1'$ ), a máquina transita para o estado **AIRFECHADA**.

No estado **AIRFECHADA**, a cuba é fechada. Se a cuba for aberta novamente, a máquina vai para o estado **COCCAO**, iniciando o processo de cocção.

No estado **COCCAO**, os componentes necessários são ativados ( $enablecoccao = '1'$ ) e o sistema monitora o término desse processo ( $enablecoccaoacabou = '1'$ ). Após a cocção, a máquina avança para o estado **AIRABERTA2**.

No estado **AIRABERTA2**, a cuba é mantida aberta. Se a cuba for fechada ( $enableairaberta = '0'$ ), a máquina passa para o estado **AIRFECHADA2**.

No estado **AIRFECHADA2**, a cuba é fechada novamente. Se a cuba for aberta, a máquina transita para o estado **ARREFECIMENTO**.

No estado **ARREFECIMENTO**, a máquina inicia o arrefecimento ( $enabletempra = '1'$ ). Quando concluído ( $enabletempraacabou = '1'$ ), a máquina retorna ao estado **IDLE**, indicando o término do ciclo.

Se a máquina for desligada em qualquer estado ( $enableON = '0'$ ), ela volta para o estado **IDLE**.

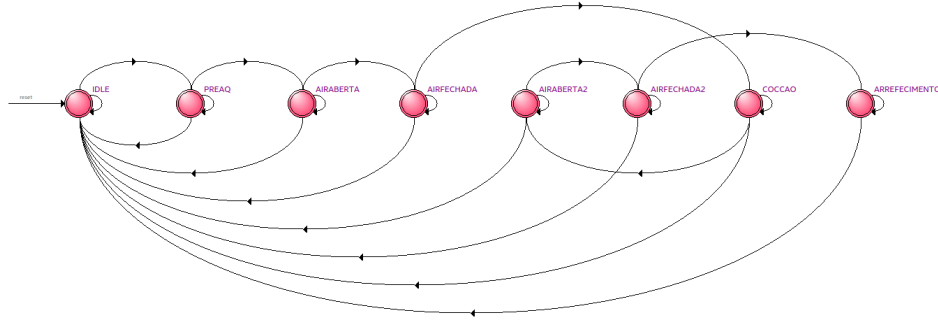


Figura 3.2: Representação esquemática da Máquina de Estados Principal através do STV (State Machine Viewer).

## Capítulo 4

# Validações

Ao longo do trabalho, foram necessárias algumas validações, entre as quais testes diretos do código na FPGA como montagens esquemáticas em BDF para teste. Um exemplo de validação foi a montagem do circuito com blocos esquemáticos.

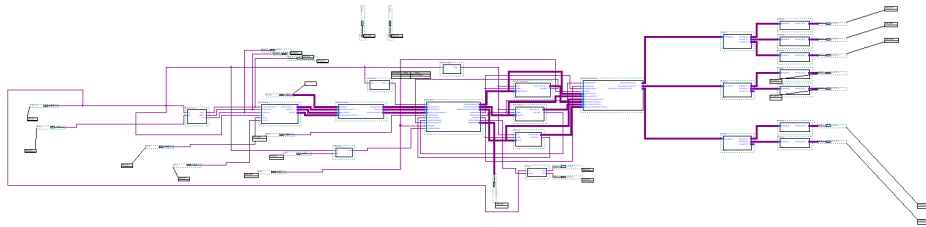


Figura 4.1: Representação do código total desenvolvido em BDF.

## Capítulo 5

# Manual do Utilizador

As instruções para o utilizador encontram-se refletidas na seguinte imagem:

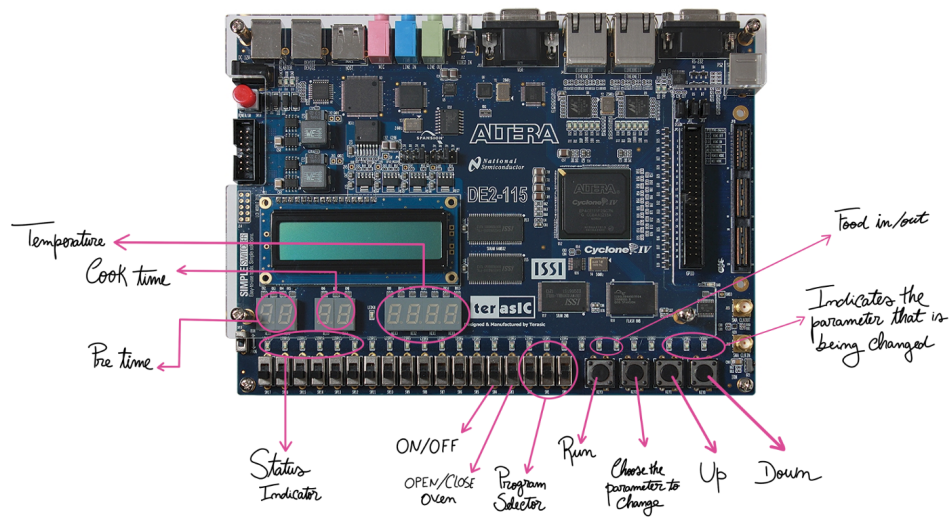


Figura 5.1: Manual do utilizador.

## Capítulo 6

# Conclusões

Para além de ter atingido os objetivos estabelecidos de forma satisfatória, o projeto da airfryer proporcionou uma oportunidade singular para os autores explorarem aplicações práticas dos conceitos teóricos estudados. A imersão na implementação de uma airfryer utilizando VHDL não apenas consolidou o conhecimento adquirido em contexto académico, mas também permitiu uma compreensão mais aprofundada dos princípios fundamentais subjacentes ao funcionamento de dispositivos digitais complexos.

Quanto à autoavaliação do projeto, atribuímos a pontuação de 18, expressando uma análise positiva do trabalho realizado. Consideramos que o projeto atingiu um nível satisfatório de execução, cumprindo de forma consistente os objetivos estabelecidos. No entanto, reconhecemos que existem áreas que poderiam ser aprimoradas para alcançar uma pontuação mais elevada. Especificamente, a implementação de funcionalidades adicionais no código e o refinamento mais detalhado de certos aspetos do sistema poderiam contribuir para uma avaliação ainda mais positiva.

# Contribuições dos autores

Na contribuição dos autores, houve igualdade de participação, demonstrando um trabalho em equipa altamente favorável e homogêneo, com uma colaboração equitativa e coesa ao longo de todo o projeto.

**Assim sendo, atribuímos aos membros do grupo as seguintes percentagens:**

Catarina Rabaça (CR): 50%, Íris Biaguê (IB): 50%