**Destilador Inteligente**

Sérgio Manuel Figueira do Carmo

**TRABALHO DE FINAL DE CURSO**

Curso: **Engenharia Informática**

Orientador: Sérgio Correia

Ano Letivo: 2023 | 2024

Setembro | 2024

“Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla at risus. Quisque purus magna, auctor et, sagittis ac, posuere eu, lectus. Nam mattis, felis ut adipiscing.”

Nome do autor (normal)*, Título do Trabalho (em Itálico)*.

*Lorem ipsum dolor sit amet*

**Agradecimentos**

.

**Resumo**

Este projeto, tem como finalidade modernizar um destilador. Este destilador, era completamente analógico, foi realizado uma modernização na máquina removendo-se todos os componentes antigos e substituídos por componentes digitais, tal como LEDs (*light emitting diode*), *relays* e um microprocessador chamado de ESP32.

Devido ao ESP32 ser um microprocessador potente, é assim possível ter o *firmware* e um servidor WEB em execução num único microprocessador.

O *firmware* controla todo o funcionamento da máquina, tal como a administração do tanque de água. O *firmware* é programado em linguagem de programação C

A página WEB, é uma interface intuitiva para controle e monitorização da máquina.

A página WEB é programada em linguagem de programação HTML, JavaScript e AJAX.

**Palavras-Chave**: Destilador, HTML, C, Arduino, HTML, JS, AJAX, ESP32.

**Abstract**

g.

**Keywords**: Lorem, Ipsum, Lorem, Ipsum, Lorem, Ipsum.

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

AJAX - Asynchronous JavaScript and XML.

XML - Extensible Markup Language.

HTML - Hypertext Markup Language.

JS – JavaScript

CSS - Cascading Style Sheets

IDE - Integrated Development Environment

JSON - JavaScript Object Notation

SoC - System-on-Chip

SRAM - Static Random Acess Memory

LED – Light-emitting diode

AC - Alternating current

DC - Direct current

**ÍNDICE GERAL**

[1. Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos vi](#_Toc174499793)

[2. ÍNDICE DE ANEXOS ix](#_Toc174499794)

[3. ÍNDICE DE FIGURAS x](#_Toc174499795)

[4. ÍNDICE DE TABELAS xi](#_Toc174499796)

[1. INTRODUÇÃO 1](#_Toc174499797)

[2. Enquadramento e Justificação do Tema 1](#_Toc174499798)

[3. Requisitos Gerais e Específicos 1](#_Toc174499799)

[3.1. Requisitos Gerais 1](#_Toc174499800)

[3.2. Requisitos específicos 1](#_Toc174499801)

[4. Metodologia e Meios Utilizados 3](#_Toc174499802)

[5. Limitações da Pesquisa/Trabalho 3](#_Toc174499803)

[6. Estrutura Geral do Trabalho 3](#_Toc174499804)

[7. Hardware 5](#_Toc174499805)

[7.1. Arquitetura Geral 5](#_Toc174499806)

[7.2. Destiladora 6](#_Toc174499807)

[7.3. ESP32 6](#_Toc174499808)

[3. CONCLUSÃO 9](#_Toc174499809)

[4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11](#_Toc174499810)

[5. ANEXOS 12](#_Toc174499811)

[6. ANEXO 1 – “Designação do Anexo 1” 13](#_Toc174499812)

[7. ANEXO 2 – “Designação do Anexo 2” 14](#_Toc174499813)

ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1** **-** Lorem Ipsum Dolor Sit Amet 1

**Anexo 2** **-** Lorem Ipsum Dolor Sit Amet 1

ÍNDICE DE FIGURAS

[Figura 1 Arquitetura Geral da Destiladora 5](#_Toc174499739)

[Figura 2-Destiladora 6](#_Toc174499740)

[Figura 3 ESP32­WROVER­E 6](#_Toc174499741)

[Figura 4-GPIOs 7](#_Toc174499742)

ÍNDICE DE TABELAS

**Não foi encontrada nenhuma entrada do índice de ilustrações.**

1. INTRODUÇÃO

Lorem, felis ut adipiscing.

1. Enquadramento e Justificação do Tema
2. Requisitos Gerais e Específicos
   1. Requisitos Gerais

1. Modo Automático

1.1. Liga/desliga a máquina com o temporizador

2. Modo Manual

2.1. Máquina sempre ligada em modo manual

3. Gestão de nível de água

3.1. Nível máximo desliga a bomba

3.2. Nível mínimo liga a bomba de água, liga resistência de calor e abre as válvulas

3.3. Nível de alarme desliga a resistência de calor, liga o led luminoso de alarme, fecha todas as válvulas

4. Controlo da destiladora via página WEB

* 1. Requisitos específicos

1. Uso do ESP32 WROVER-E DevKitC V4 board

1.1. Vantagens:

1.1.1. 26 I/O pins usáveis

1.1.2. WIFI integrado - 802.11n (2.4 GHz), up to 150 Mbps

1.1.3. CPU com 2 cores (core 0 corre firmware da máquina e core 1 o servidor WEB)

1.1.4. CPU trabalha a 40-MHz

1.1.5. Firmware desenvolvida em C

1.1.6. Arquitectura do CPU é open source, é possível programar ao nível do CPU se necessário, ao contrário se fosse usado, por exemplo, um raspberry pi

1.2. Desvantagens:

1.2.1. Memória para firmware + página web disponível muito limitada (8MB)

1.2.2. Por limitação de memória disponível no ESP32, velocidade de processamento e I/O disponíveis, apenas é possível fazer a página WEB em HTML usando CSS, e JavaScript, não havendo mais pins I/O disponíveis para ligar um módulo para cartão SD.

1.2.3. Limitação de CPU (40MHz)

1.3. Alternativas ao ESP32 WROVER-E DevKitC V4:

1.3.1. Raspberry pi

1.3.1.1. Uma opção boa seria usar um RP, teria muito mais memória e poder de processamento, mas os I/O não seriam suficientes (14 pins usáveis) para o projeto

1.3.2. Arduino Mega

1.3.2.1. O Arduino Mega tem muitos I/O (54 I/O), mas não tem WIFI e tem um CPU muito inferior (16MHz e 1 só core)

2. Página WEB

2.1. Página WEB vai ser desenvolvida em AJAX

2.1.1. É usado concatenação de strings (const char\*) para desenvolvimento da página WEB

2.1.2. É usada a biblioteca “AP\_WebPage.h” para criação do servidor WEB

3. WIFI

3.1. É usada a biblioteca “WiFiManager.h” para gestão do WIFI

3.1.1. Com esta biblioteca, se não é conhecida a rede WIFI, ela cria um AP (access point) para o utilizador poder escolher, ligar e guardar as credenciais da nova rede WIFI na memória EEPROM e vai ligar-se à nova rede.

4. EEPROM (Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory)

1. Metodologia e Meios Utilizados

O *firmware* da destiladora é programado em linguagem C, inclui os ficheiros de inclusão (ficheiros *header* com a extensão .h). A página *WEB* é programada em HTML com os respetivos ficheiros de CSS para adicionar estilos e os ficheiros JS, para executar JavaScript.

Todo o projeto foi elaborado no IDE *Visual Studio Code* com as extensões *PlatformIO IDE, GitHub Copilot* e *Doxygen.*

Todo o projeto foi também elaborado no sistema operativo Fedora 40 (Linux).

Limitações da Pesquisa/Trabalho

Não encontrei muitas dificuldades/limitações na pesquisa acerca do trabalho, a comunidade Arduino é muito grande e por consequência, há muita documentação disponível, talvez por haver tanta documentação, tenha havido uma certa dificuldade em filtrar o que realmente se adequasse ás minhas necessidades, tal como o método de comunicação (AJAX) entre o *firmware* e a página WEB.

Estrutura Geral do Trabalho

Na pasta raiz, estão as pastas “data”, “Documentation”, “include”, “lib” e “src”.

* data - Tem tudo o que é relacionado com a página de internet, tal como os ficheiros HTML, CSS e JS.
* Documentation – Contém tudo o que está relacionado com a documentação, tal como o relatório.
* Include – Contém todas os ficheiros *headers* necessários para o funcionamento do *software*.
* Lib – Esta pasta, contém as bibliotecas necessárias para o *software*.
* Src – Contém os ficheiros ‘.cpp’
* Na pasta raiz, estão ainda 2 ficheiros necessários para o funcionamento:
  + “partitions.csv”, que contém a configuração das partições da memória do ESP32.
  + “platformio.ini”, contém a configuração da extensão PlatformIO.

Hardware

## Arquitetura Geral

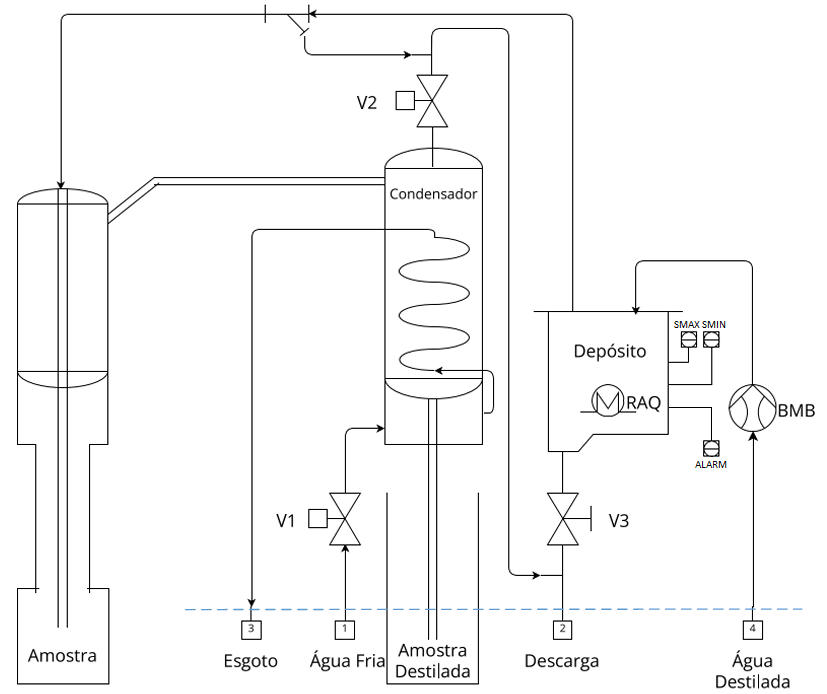


Figura 1 Arquitetura Geral da Destiladora

A Figura 1 representa o funcionamento da destiladora, em que há um depósito com água destilada em que é alimentado através de uma bomba de água e controlado com três sensores de nível de água, dentro do depósito há uma resistência de calor que vai evaporar a água destilada.

O vapor é controlado por uma válvula elétrica que direciona o vapor para destilar a amostra.

Há uma segunda válvula elétrica que abre para entrar água fria para o condensador, esta vai arrefecer o vapor vindo da amostra e condensar.

Há também uma terceira válvula que é manual, esta serve para despejar a água destilada existente no depósito.

## Destiladora

Uma imagem com máquina, texto, Eletrodoméstico, interior

Descrição gerada automaticamente

Figura 2-Destiladora

Foi usada a destiladora mostrada na Figura 2, era uma destiladora 100% analógica, temporizador, indicadores, botões, tudo era analógico operado a 250V, foi removido todos os componentes e trocados por componentes digitais, tal como releis, indicadores LED, um módulo para processamento ESP32 WROVER-E, fonte de alimentação de 250V AC para 5V DC.

## ESP32

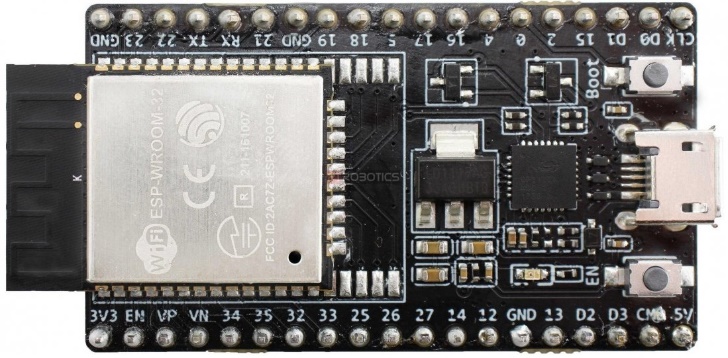


Figura 3 ESP32­WROVER­E

O módulo de desenvolvimento usado no projeto é um ESP32 WROVER-E [1], representado pela Figura 3, é um SoC (System on a Chip) desenvolvido pela empresa *fabless semiconductor company (Espressif Systems, SSE: 688018.SH)* [2].

O ESP32 tem um processador com 2 núcleos que podem ser controlados individualmente e a frequência pode ser ajustada a partir de 80MHz até 240MHz, 520KB de SRAM (*Static Random Acess Memory*) e 4MB de memória FLASH.

O módulo tem também incorporado um módulo de Wi-fi e Bluetooth, sendo o Wi-Fi capaz de suportar os protocolos 802.11 b/g/n (802.11n até 150Mbps).

O módulo tem 32 GPIO’s dos quais 19 são completamente usáveis como é constatado pela Figura 4, para melhor compatibilidade e fiabilidade, foram descartados os GPIO’s 0, 1, 3, 6-11, 34-39.



Figura 4-GPIOs

SRAM é um tipo de memória volátil usada em sistema embedidos, esta memória usa circuitos *flip-flop* que acegura que os dados ficam presentes enquanto sejam alimentadas com energia elétrica. Este tipo de memória tem a vantagem de oferecer alta velocidade de acesso e ser energeticamente muito eficiente.

CONCLUSÃO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Psychological Association (2020). *APA style blog*. https://apastyle.apa.org/blog.

Andrade, M. (1997). *Introdução à metodologia do trabalho científico: Elaboração de trabalhos de graduação* (2ª ed.) Atlas.

ANEXOS

1. ANEXO 1 – “Designação do Anexo 1”
2. ANEXO 2 – “Designação do Anexo 2”