



Irrigação Automática: Sistema de Irrigação Automática para Plantações em Pequena Escala.

Laryssa Fernandes Mariotto, Nicolas Soares Santos, Leandro Carlos Fernandes

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) Rua da Consolação, 930
Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 – Brazil

Resumo:

Este projeto propõe a utilização do Arduino como alternativa de baixo custo para automatizar o processo de irrigação em cultivos. O sistema de irrigação automatizado tem como objetivo facilitar a vida cotidiana e a saúde de suas plantas. Uma maneira convencional de aumentar a produtividade agrícola.

A combinação de sensor de Umidade do Solo e minibomba de água, são essenciais para otimização e gestão da irrigação deste projeto.

Palavras-chave: Irrigação Automática, Sensores de Umidade, Automação agrícola, Sensor de Umidade do Solo, Otimização do uso da água

Abstract:

This project proposes the use of Arduino as a low-cost alternative to automate the irrigation process in crops. The automated irrigation system aims to facilitate everyday life and the health of your plants. A conventional way to increase agricultural productivity.

The combination of Soil Moisture sensor and mini water pump are essential for optimizing and managing irrigation in this project.

Keywords: Automatic Irrigation, Moisture Sensors, Agricultural Automation, Soil Moisture Sensor, Optimization of water use

1 Introdução

No contexto global da agricultura, a irrigação desempenha um papel crucial para atender à demanda crescente por aumento na produção, eficiência e sustentabilidade. Apesar disso, muitos agricultores enfrentam desafios de acesso a tecnologias modernas devido a limitações de conhecimento ou custos elevados. A agricultura consome até 70% da água doce global, chegando a 90% em economias em rápido crescimento (WWDR4, 2012).

Este projeto propõe o uso do Arduino como opção de baixo custo para automatizar o controle da irrigação, visando pequenos e médios produtores, plantações residenciais e contribuindo para a sustentabilidade na agricultura de pequena escala.

A automação da irrigação contribui diretamente para o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) ao aumentar a produtividade, garantindo fornecimento ideal de água, aplicação precisa de nutrientes e redução de perdas por doenças. Além disso, promove eficiência no uso da água, contribui para a sustentabilidade ambiental e busca acessibilidade e inclusão ao utilizar o Arduino, facilitando a adoção por agricultores com baixa escolaridade.

A contribuição indireta para o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) ocorre através da segurança alimentar, diversificação da produção, redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes, proteção da qualidade da água potável e geração de empregos na instalação e manutenção do sistema. O projeto visa melhorar a qualidade de vida nas comunidades rurais, destacando a importância da água potável e de uma alimentação nutritiva.

1.1 Evolução Histórica da Irrigação

A irrigação, prática ancestral que moldou a história da agricultura, acompanha a humanidade desde a Antiguidade. As primeiras civilizações, como os Mesopotâmicos, Egípcios e Chineses, desenvolveram sistemas rudimentares de irrigação para garantir a produção de alimentos em regiões áridas e semiáridas.

1.1.1 Primórdios da Irrigação (6000 a.C. - 1000 d.C.)

Egito (3.100 a.C.): Durante a primeira dinastia do Egito, o faraó Menes liderou a construção de represas e canais, desviando as águas do Nilo para o lago "Moeris", possibilitando a agricultura em áreas anteriormente inabitáveis.

Babilônia (1.792 a.C. - 550 a.C.): O famoso código de Hamurabi, estabelecido por volta de 1.792 a.C., regulamentava o uso da água para irrigação, instituindo práticas como a distribuição proporcional da água e a responsabilidade dos agricultores na manutenção dos canais.

1.1.2 Idade Média e Renascimento (1000 d.C. - 1800 d.C.)

Expansão para o Mediterrâneo e Europa: A irrigação se espalhou pelo Império Romano, com a construção de aquedutos e sistemas de canais, e posteriormente, pelos árabes na Península Ibérica, introduzindo novas técnicas como as norias.

Inovações tecnológicas: A invenção da bomba d'água no século XVI e a canalização de rios no século XVII impulsionaram a irrigação em novas áreas e aumentaram a eficiência do processo.

1.1.3 Revolução Industrial e Era Moderna (1800 d.C. - Presente)

Modernização da irrigação: No século XIX, surgem os primeiros sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento, aumentando a eficiência e a economia de água.

Desenvolvimento de tecnologias: O século XX foi marcado pelo desenvolvimento de materiais como o PVC e Alumínio, tubos e bombas mais eficientes, e a automação dos sistemas de irrigação.

Desafios e perspectivas: A escassez de água e a necessidade de aumentar a produção agrícola exigem o desenvolvimento de métodos de irrigação mais eficientes e sustentáveis, como a irrigação por microaspersão, reuso de água e agricultura de precisão.

1.2 Revisão de Trabalhos Correlatos

Diversos projetos já exploraram o uso de microcontroladores, como o Arduino, para automatizar a irrigação. Um exemplo notável é o trabalho realizado por Pedro Henrique Silva Medeiros na Universidade Federal de Ouro Preto, intitulado "SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO PARA PLANTAS CASEIRAS." Este projeto apresenta uma abordagem abrangente, integrando sistemas de controle, hidráulico e uma interface web amigável para otimizar a irrigação de plantas domésticas (MEDEIROS, 2022).

Outro trabalho relevante no campo é o desenvolvido por Renato Tavares, disponível no repositório GitHub. Este projeto utiliza as plataformas NodeMCU, ESP8266, IoT e integração com a assistente virtual Alexa para aprimorar o controle e a interatividade no processo de irrigação (TAVARES, 2022). Essa iniciativa destaca-se pela incorporação de tecnologias modernas e pela integração com assistentes virtuais, proporcionando uma experiência avançada de automação na irrigação de plantas

1.3 O Projeto Irrigação Automática

Este artigo científico tem como objetivo central apresentar e analisar o Projeto Arduino de Irrigação Automática, focando na capacidade da tecnologia em conferir autonomia ao cuidado das plantas em ambientes específicos, como a agricultura familiar e pequenas plantações independentes, como plantações caseiras. A proposta visa proporcionar uma visão aprofundada sobre o projeto, destacando não apenas sua funcionalidade técnica, mas também sua aplicabilidade prática em contextos irrigação de menor escala.

1.4 Estrutura do Artigo

Resumo e Abstract

1. Introdução

1.1. Evolução Histórica da Irrigação

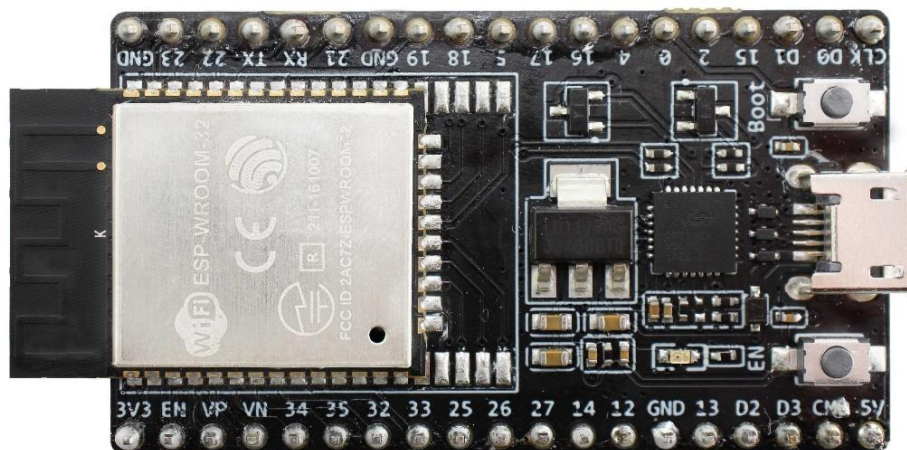
- 1.1.1. Primórdios da Irrigação (6000 a.C. - 1000 d.C.)
- 1.1.2. Idade Média e Renascimento (1000 d.C. - 1800 d.C.)
- 1.1.3. Revolução Industrial e Era Moderna (1800 d.C. - Presente)
- 1.2. Revisão de Trabalhos Correlatos
- 1.3. O Projeto Irrigação Automática
- 1.4. Estrutura do Artigo
- 1.5. Objetivos
- 2. Materiais
- 3. Métodos
- 4. Referências

2 Materiais

Nesta seção são apresentados os componentes físicos utilizados, bem como suas características, funcionamento e montagem do sistema.

2.1 ESP32-DevKitC V4

Figura 1 - ESP32-DevKitC V4



Fonte: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/v4.2.3/esp32/hw-reference/modules-and-boards.html>

O ESP32, um microcontrolador de baixo custo e alta performance, com Wi-Fi e Bluetooth integrados, é uma ferramenta crucial no desenvolvimento da Internet das Coisas (IoT). Fabricado pela Espressif Systems, destaca-se por sua notável capacidade de processamento, memória e conectividade. A seguir, detalha-se suas características fundamentais:

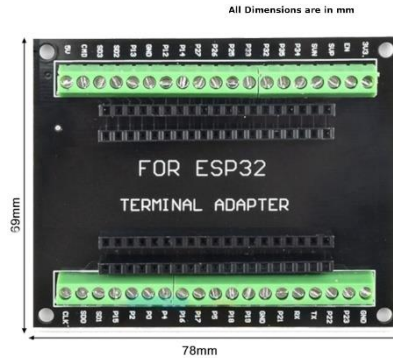
Arquitetura e Capacidades: O ESP32 adota a arquitetura Xtensa LX6, suportando instruções de 32 bits. Com um núcleo de CPU de 32 bits operando em frequências de até 240 MHz, possui a capacidade de executar tarefas complexas com eficiência. Além disso, disponibiliza 520 KB de memória RAM e 4 MB de memória flash, viabilizando o armazenamento de programas e dados.

Conectividade: Destaca-se pela sua excepcional conectividade, contando com Wi-Fi e Bluetooth integrados, possibilitando comunicação sem fio com outros dispositivos e a internet. Tal funcionalidade o torna ideal para projetos de IoT, nos quais a comunicação sem fio é essencial.

Pinos GPIO: O ESP32 oferece uma vasta gama de pinos GPIO (General Purpose Input/Output), permitindo a conexão e controle de diversos dispositivos e sensores. Essa característica proporciona flexibilidade em projetos que demandam múltiplas entradas e saída

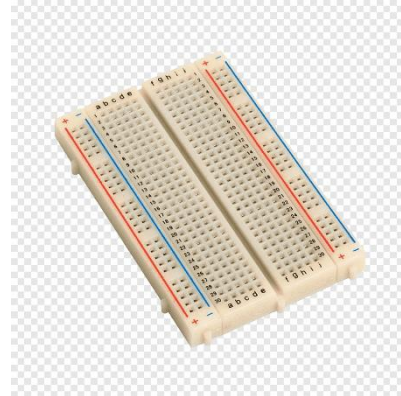
2.2 Adaptador de Placa ESP32 ou Placa de Ensaio

Figura 2 - Adaptador De Terminal De Parafuso
Da Placa De Expansão



Fonte: <https://probots.co.in/esp32-38pin-gpio-expansion-board-screw-terminal-adapter.html>

Figura 3 - Placa de ensaio

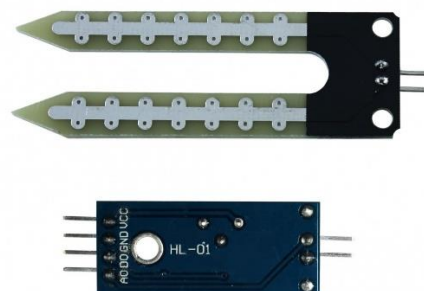


Fonte: <https://www.pngegg.com/pt/png-xcjal>

O Adaptador de Placa ESP32 ou Placa de Ensaio, é um componente vital no desenvolvimento e prototipagem de projetos com o microcontrolador ESP32. Este adaptador, ou placa de ensaio, oferece uma plataforma conveniente para conectar o ESP32 e outros componentes eletrônicos de forma organizada e segura.

2.3 Sensor de Umidade de Solo HL-69 para Arduino

Figura 4 - Sensor de Umidade de Solo HL-69 para Arduino



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-solo/sensor-de-umidade-de-solo-hl-69-para-arduino-2311.html>

DETALHES:

- Este sensor é projetado para medir a umidade do solo.
- Geralmente, ele inclui uma sonda que é inserida no solo e um circuito eletrônico que mede a umidade com base na resistência elétrica do solo.
- O sensor geralmente fornece uma saída analógica que varia com o nível de umidade do solo.

2.4 Minibomba De Água (D'água) Para Arduino Rs-385

Figura 5 - Mini Bomba de Água para Arduino 12V RS385 2L/Min



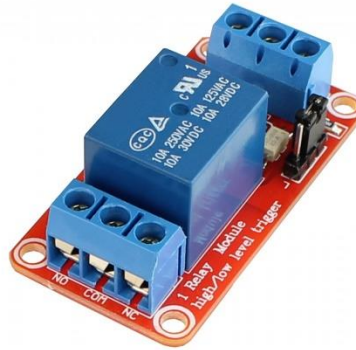
Fonte: [https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/MABUCHI/RS 385SH/pdf.php?id=1236558](https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/MABUCHI/RS%20385SH/pdf.php?id=1236558)

DETALHES:

- Esta mini bomba de água é projetada para ser controlada pelo Arduino.
- Ela geralmente possui um motor RS-385 que aciona uma bomba para mover a água.
- Pode ser utilizada em sistemas de irrigação automatizados, sistemas de refrigeração, ou outros projetos que envolvam o transporte de líquidos.

2.5 Módulo Relé 5v 10a 1 Canal Com Optoacoplador

Figura 6 - Relé 5v 10a 1 Canal Com Optoacoplador



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/rele-arduino/modulo-rele-5v-10a-1-canal-com-optoacoplador-para-esp32-e-arduino-2533.html>

DETALHES:

- O módulo relé é utilizado para controlar dispositivos de alta potência com o Arduino.
- Ele geralmente possui um relé e um opto acoplador para isolar eletricamente o circuito de controle do circuito de carga.
- Este módulo é capaz de controlar dispositivos de até 10A com uma tensão de até 250VAC ou 30VDC.

2.6 Fonte De Alimentação Chaveada 12vdc 1a

Figura 7 - 2.6 Fonte De Alimentação Chaveada 12vdc 1a



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/fonte-chaveada-usb-e-p4/fonte-de-alimentacao-chaveada-12vdc-1a-plug-p4-3082.html>

DETALHES:

- Esta fonte de alimentação fornece uma saída de 12VDC com uma corrente máxima de 1A.
- É utilizada para alimentar dispositivos que requerem uma tensão de 12V, como a minibomba de água.

2.7 Suporte para 2 Pilhas AA com Tampa + Botão ON/OFF + 2 Pilhas 5V

Figura 8 - Suporte para Pilhas



Fonte: https://www.usinainfo.com.br/suporte-para-pilhas/suporte-para-2-pilhas-aa-com-tampa-botao-onoff-5663.html?search_query=SUporte+Pilha&results=51

Detalhes:

O suporte para duas pilhas AA possui um interruptor que controla o fornecimento de energia das pilhas, permitindo ligar ou desligar o projeto conforme necessário. Também inclui cabos de 14 cm para conexão com o protótipo e uma área designada para a fixação da tampa do compartimento por meio de um parafuso, garantindo uma montagem segura.

2.8 ½ Metro De Fio Paralelo 0,5mm

Figura 9 - Fio Paralelo



Fonte: www.santil.com.br/produto/cordao-paralelo-050mm-branco-vendido-por-metro-sil/2898236/

DETALHES:

- Este fio paralelo de 0,5mm é utilizado para fazer conexões elétricas entre os componentes do projeto.
- É flexível e fácil de manusear.

2.9 1,5 Metros De Mangueira Para Aquário

Figura 10 - Mangueira Para Aquário



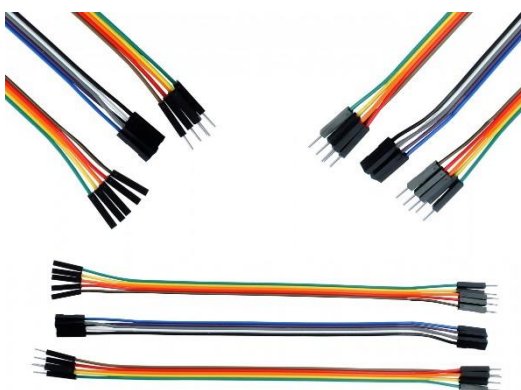
Fonte: <https://atlantidaaquarios.com.br/loja1/mangueira-siliconada-para-aquario-5-mm.html>

DETALHES:

- Esta mangueira é utilizada para transportar a água da mini bomba para o local desejado no projeto.
- É resistente à água e flexível o suficiente para ser dobrada conforme necessário.

2.10 Jumpers

Figura 11 - Jumpers



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/jumper/mix-de-jumpers-premium-sortidos-20cm-kit-com-15-pecas-6066.html>

DETALHES:

- Os jumpers são pequenos cabos com pinos machos em ambas as extremidades, utilizados para fazer conexões temporárias entre os pinos de componentes eletrônicos.
- Eles são utilizados para facilitar a prototipagem e testes de circuitos.

3 Métodos

O método proposto para o projeto de irrigação automática utilizando ESP32 envolve uma série de etapas que visam garantir a eficiência, funcionalidade e praticidade do sistema. Abaixo estão detalhadas as principais fases desse processo:

3.1 Montagem dos Componentes Físicos

A montagem dos componentes físicos é a base do projeto, e sua correta execução é fundamental para o funcionamento adequado do sistema. Nesta etapa, os seguintes passos foram seguidos:

- Conectamos o ESP32-DevKitC V4 ao adaptador de placa ESP32 ou à placa de ensaio, garantindo uma conexão estável e segura.
- Estabelecemos a conexão do sensor de umidade de solo ao ESP32, permitindo que o microcontrolador obtenha informações sobre a umidade do solo.
- Realizamos a conexão da minibomba de água ao ESP32, para que o sistema possa controlar o fluxo de água de acordo com as necessidades de irrigação.
- Integrando o módulo relé ao ESP32, habilitamos o controle da minibomba de água, possibilitando seu acionamento e desligamento conforme programado.
- Conectamos a fonte de alimentação chaveada à minibomba de água, garantindo energia adequada para o funcionamento do sistema de bombeamento.
- Usamos as pilhas para alimentação do ESP32 e demais componentes que precisar de alimentação 3,3V~5V.
- Implementamos a comunicação com a Internet via protocolo MQTT, permitindo que o ESP32 envie informações sobre a umidade do solo para outro dispositivo ou servidor MQTT.

- Finalmente, conectamos a mangueira ao sistema de bombeamento, permitindo o direcionamento adequado da água para as plantas.

3.2 Configuração do Ambiente de Desenvolvimento

Uma configuração adequada do ambiente de desenvolvimento é essencial para o desenvolvimento e a programação eficazes do sistema. Para isso, realizamos as seguintes etapas:

- Instalamos a IDE do Arduino V2, uma ferramenta fundamental para programar o ESP32 e desenvolver o código necessário para o controle da irrigação automática.
- Configuramos a IDE para reconhecer o ESP32 e selecionamos a placa correta, garantindo compatibilidade e comunicação adequada com o microcontrolador.
- Importamos as bibliotecas necessárias para o projeto, incluindo bibliotecas específicas para o sensor de umidade de solo, controle do relé e comunicação MQTT, facilitando o desenvolvimento do código.

3.3 Programação do Arduino

A programação do Arduino desempenha um papel central na automação do sistema de irrigação. As etapas envolvidas neste processo incluíram:

- Escrevemos o código em C++ para ler os dados fornecidos pelo sensor de umidade de solo, permitindo que o sistema avalie as condições do solo.
- Implementamos algoritmos de controle para determinar quando acionar a minibomba de água com base nos dados obtidos pelo sensor, garantindo uma irrigação eficiente e adequada.
- Integramos a lógica de controle com o módulo relé, possibilitando o acionamento e desligamento da minibomba de água conforme necessário.
- Implementamos a comunicação MQTT para enviar os dados de umidade do solo para outro dispositivo ou servidor MQTT, possibilitando o monitoramento remoto da umidade do solo e tomada de decisões baseadas nessas informações.

- Consideramos diversos aspectos, como intervalos de irrigação, níveis desejados de umidade do solo e potenciais alarmes em caso de falhas no sistema, para garantir um funcionamento confiável e eficaz.

A principal lógico que o código deverá seguir é de:

- Ler os dados do sensor de umidade do solo.
- Controlar a minibomba de água de acordo com o nível de umidade do solo.
- Permitir a configuração de parâmetros como o nível de umidade ideal para irrigação e a duração da irrigação.
- Enviar a informação da Umidade atual para outros dispositivos via protocolo MQTT.

3.4 Testes e Calibração

Por fim, realizamos uma série de testes e calibrações para verificar o funcionamento correto do sistema e ajustar seus parâmetros conforme necessário. Essas etapas incluíram:

- Testes para garantir o funcionamento adequado do sensor de umidade de solo, verificando se ele fornecia leituras precisas e confiáveis.
- Verificação se o sistema de controle acionava a minibomba de água nos momentos corretos, de acordo com os dados do sensor de umidade de solo.
- Testes de comunicação MQTT para garantir que as informações sobre a umidade do solo fossem enviadas corretamente para outro dispositivo ou servidor MQTT.
- Calibração do sistema, ajustando os parâmetros de controle e os limiares de umidade do solo para garantir uma irrigação eficiente e adequada às necessidades das plantas.

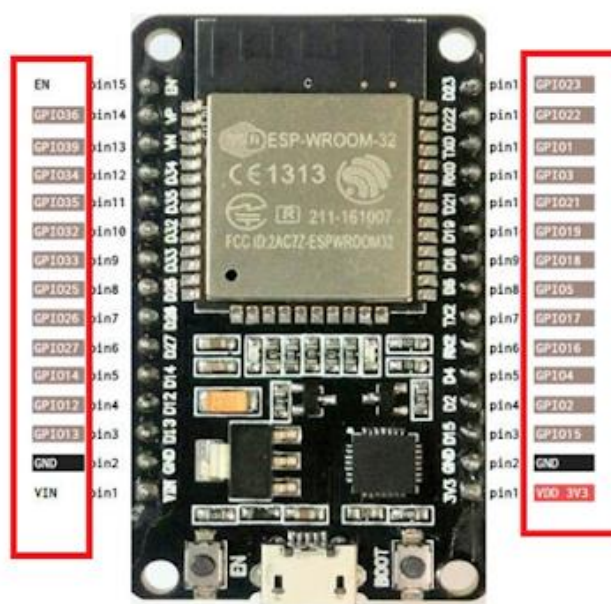
3.5 Esquemático do Sistema

No contexto do subsistema eletrônico, o módulo ESP32 atua como controlador, encarregado de receber os dados dos sensores e acionar a minibomba de água

através do módulo relé para iniciar ou interromper o fluxo de água. O esquemático da montagem pode ser visualizado na **Figura X.X**.

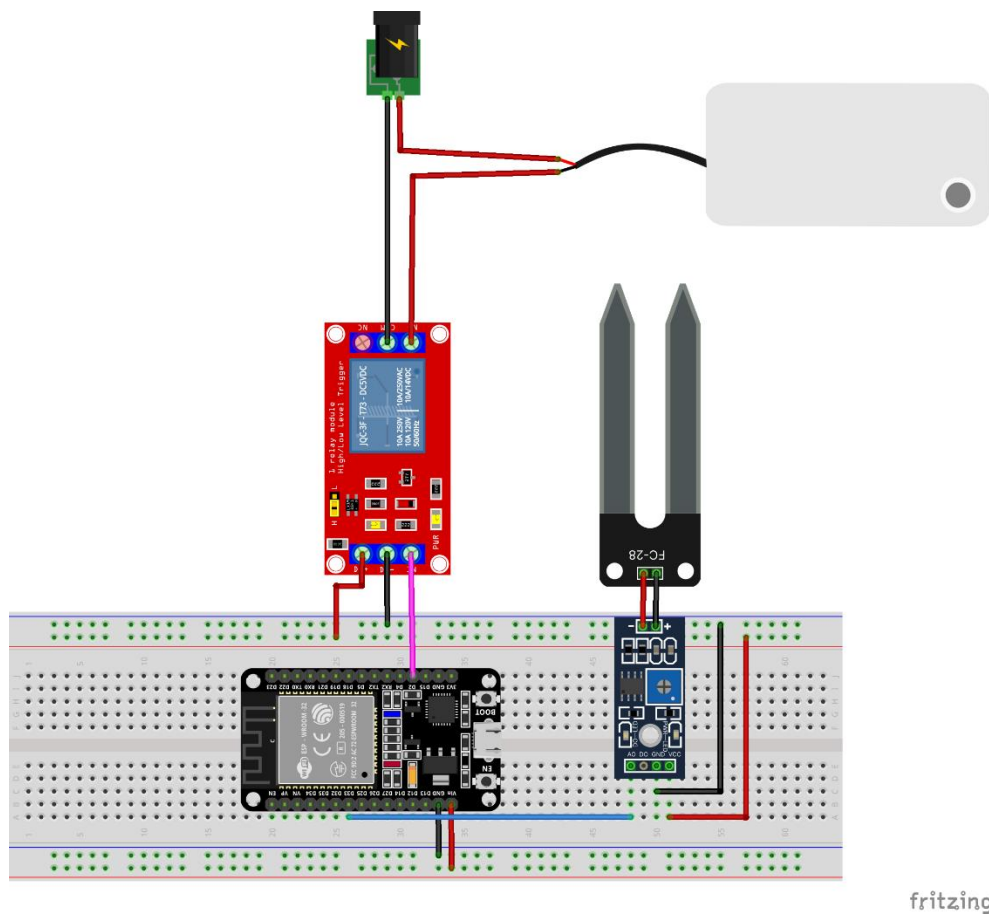
O módulo ESP32 opera devido a pilhas com de tensão de 3,3V, o que implica que o sensor de umidade e o módulo relé funcionem em uma faixa de tensão compatível com o controlador. Entretanto, pode ser alimentado a uma tensão de 5V via conexão à fonte de alimentação da placa (interface USB), conforme indicado no esquemático da placa.

A disposição dos pinos do módulo ESP32 está representada na **Figura X.X**. Portanto, uma fonte de 12V é necessária para alimentar a minibomba de água. Dessa forma, quando acionado pelo controlador através de um pino digital, o relé fecha o circuito entre a minibomba e a fonte, permitindo o controle do fluxo de água.



Fonte: <https://www.fernandok.com/2018/03/esp32-detahes-internos-e-pinagem.html>

Figura 12 - Esquemático de montagem elétrica do projeto



Fonte: Autoria própria.

Referências

História da Irrigação. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Apresentação em PowerPoint. Disponível em:

https://www.ufrb.edu.br/neas/images/TALES_CCA039/Tales_Historia_da_Irigacao_v4.ppt. Acesso em: 23 fev. 2024.

Manejo de recursos hídricos. [S.l.: s.n.], 2000. Apostila IT 157. Disponível em:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20157/it157-Manejo2000.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MEDEIROS, Pedro Henrique Silva. Sistema de irrigação automatizado para plantas caseiras. João Monlevade: Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Departamento de Computação e Sistemas, 2018. 94 f. Monografia.

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4. [S.l.: s.n.], 2012. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio_20/wwdr_4-fatos-e-dados.pdf. Acesso em: 23 fev. 2024.

STRAUB, Matheus Gebert. Projeto Arduino de irrigação automática: sua planta sempre bem cuidada. Usina Info, 17 jul. 2019. Disponível em:

<https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

TAVARES, Renato. Irrigação Automático Arduino. GitHub, [s.d.]. Disponível em:

https://github.com/renatotvs/irrigacao_automatizado_arduino_nodemcu_esp8266_iot_al_exa. Acesso em: 23 fev. 2024.

SRITU HOBBY. How to make a plant watering system with ESP32 board and Blynk app. 2023. Disponível em: <https://srituhobby.com/how-to-make-a-plant-watering-system-with-esp32-board-and-blynk-app/>. Acesso em: 24 mar. 2024.

USINAINFO. Projeto Arduino de irrigação automática: sua planta sempre bem cuidada!. 2022. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-arduino-de-irrigacao-automatica-sua-planta-sempre-bem-cuidada/>. Acesso em: 24 mar. 2024.

DIB, Ana Emilia Hernandes. Desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado para plantas utilizando Arduino e Blynk. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/83b99ccd-efb3-443d-ada0->

[36da436cd39b/ANA%20EMILIA%20HERNANDES%20DIB%20TCC20.pdf](#). Acesso em: 24 mar. 2024.