



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Sistema de irrigação automático utilizando a plataforma arduino

Jéssica de Lima Pitton Sousa

Orientador: Marcelo Teixeira de Azevedo

2023

Sumário

Resumo	3
Abstract	3
Introdução	4
Materiais e Métodos	5
Materiais	5
Mini Bomba De Água Submersível 3 A 6V	5
Arduino Uno R3 + Cabo USB 2.0 - A-B	6
A Protoboard MB 102	7
Sensor de umidade de solo	9
Módulo Relé	10
Métodos	11
Conexões	11
Primeira Fase	12
Projeto Final - Integração Broker MQTT com Arduino	14
Resultados	17
Conclusões	18
Referências	19

Sistema de irrigação automático utilizando a plataforma arduino

Resumo

O uso da tecnologia se faz cada vez mais presente no nosso dia a dia e atualmente muitos estudos estão sendo realizados visando facilitar o manejo e aumentar a produtividade com uma excelência na execução.

Com isso, vemos um problema onde uma boa parte das pessoas deixam de regar as suas plantas por falta de tempo, viagem ou esquecimento.

A proposta deste trabalho foi de pesquisar e compreender os conceitos de sistema de irrigação com a plataforma arduino com a intenção de unir os conceitos estudados e desenvolver um protótipo de um sistema de irrigação automatizado simples, podendo assim construir um produto barato, preciso e acessível.

O Sistema de irrigação utiliza sensores que coletam as informações sobre o solo que em seguida são enviadas para o Arduino que por sua vez controla a bomba de água responsável pela irrigação, trazendo ao usuário a certeza de que as suas plantas estarão devidamente umidificadas e manterá um bom crescimento.

Abstract

The use of technology is increasingly present in our daily lives and currently many studies are being carried out to facilitate handling and increase productivity with excellent execution.

With that, we see a problem where a good part of people stop watering their plants due to lack of time, travel or forgetfulness.

The purpose of this work was to research and understand the concepts of irrigation system with the arduino platform with the intention of uniting the studied concepts and developing a prototype of a simple automated irrigation system, thus being able to build a cheap, accurate and accessible product.

The irrigation system uses sensors that collect information about the soil that are then sent to the Arduino which in turn controls the water pump responsible for irrigation, bringing the user the certainty that their plants will be properly humidified

and will maintain a good growth.

Introdução

O Sistema de irrigação automatizada é realizado através do uso de tecnologia para fornecer água na medida certa, evitando que as plantas fiquem reféns do esquecimento da irrigação ou dependam dos cuidados humanos.

No Brasil, a irrigação teve a sua origem no estado do Rio Grande do Sul, durante a sua colonização, através do cultivo do arroz irrigado por inundação. Através de incentivos governamentais nos anos de 1970 e 1980 a irrigação no Brasil começou a ser expandida e a ocupar maiores áreas. Hoje a irrigação automatizada é uma forma simples de manter as suas plantas vivas, com a água na quantidade exata, aumentando o tempo de seus cuidadores com outros afazeres.

Vemos que a tecnologia tem avançado em muitas áreas e uma delas é a Agronomia onde os agricultores começaram a investir e implantar novas tecnologias para melhorar as suas lavouras, ter mais qualidade e produtividade.

“A irrigação é uma das práticas agrícolas essenciais para que agricultores consigam atingir bons níveis de produtividade em determinadas regiões ou épocas do ano.

Porém, a irrigação tradicional gera um grande desperdício de água. **Fonte:**

Agromove, Revista Campo e Negócios.

Porém, esta tarefa não é tão simples, pois é necessário definir quando irrigar e a quantidade de água que se deve aplicar. A utilização de um sistema de irrigação automatizado reduz não só falhas humanas como também o consumo de insumos e o custo de produção.

Materiais e Métodos

Materiais

Mini Bomba De Água Submersível 3 A 6V



Figura 1: mini Bomba

A mini bomba de água submersível de 3 a 6V é um dispositivo compacto que é capaz de bombear água quando submerso em um recipiente. Aqui estão algumas informações sobre esse tipo de bomba:

Funcionamento: A mini bomba de água submersível é alimentada por uma fonte de energia de 3 a 6 volts, como uma bateria ou uma fonte de alimentação adequada. Ela possui um motor elétrico interno que aciona a bomba para criar sucção e impulsionar a água através de uma saída.

Características:

- Tensão de operação: A mini bomba de água submersível é projetada para operar em uma faixa de tensão específica, geralmente entre 3 a 6 volts. É importante fornecer a tensão correta para garantir o funcionamento adequado da bomba.
- Capacidade de bombeamento: Essas bombas têm uma capacidade de bombeamento relativamente baixa, geralmente variando entre alguns litros por hora, o que as torna adequadas para aplicações de baixo fluxo de água.

- Submersibilidade: Essas bombas são projetadas para operar completamente submersas na água. Elas possuem um invólucro à prova d'água que protege o motor e outros componentes internos.
- Conexões: A bomba geralmente possui uma entrada e uma saída para conectar tubos ou mangueiras para a entrada e saída de água.
- Tamanho compacto: As mini bombas de água submersíveis são projetadas para serem compactas e de tamanho reduzido, facilitando a instalação em espaços limitados.

Aplicações:

- Aquários: Essas bombas são frequentemente utilizadas em aquários para circulação de água, oxigenação e filtragem.
- Fontes de água: Podem ser usadas para criar pequenas fontes de água em jardins, pátios ou áreas internas.
- Projetos DIY: São populares em projetos de eletrônica e automação, onde a necessidade é bombear água em pequenas quantidades.
- Experimentos científicos: Podem ser usadas em experimentos educacionais ou científicos para demonstrar princípios de bombeamento e circulação de água.

É importante observar as especificações do fabricante e seguir as instruções de instalação e uso fornecidas com a bomba de água submersível para garantir um funcionamento adequado e evitar danos ao equipamento.

Arduino Uno R3 + Cabo USB 2.0 - A-B



Figura 2: Arduino Uno

O Arduino Uno é uma placa microcontroladora amplamente utilizada para projetos de eletrônica e prototipagem. Algumas de suas características principais são:

- Microcontrolador: O Arduino Uno é baseado no microcontrolador ATmega328P da Microchip. Ele possui uma arquitetura RISC de 8 bits e opera em uma velocidade de clock de 16 MHz.

- Entradas/Saídas Digitais: O Arduino Uno possui 14 pinos digitais, dos quais 6 podem ser configurados como saídas PWM (Pulse Width Modulation) para controle de intensidade ou velocidade. Todos os pinos digitais também podem ser usados como entradas.
- Entradas Analógicas: O Arduino Uno tem 6 pinos de entrada analógica, permitindo a leitura de valores de sensores analógicos, como luz, temperatura, entre outros.
- Memória: O ATmega328P possui 32 KB de memória flash para armazenamento de programas, dos quais 0.5 KB são reservados para o bootloader. Além disso, ele possui 2 KB de memória SRAM e 1 KB de memória EEPROM.
- Interfaces de Comunicação: O Arduino Uno oferece várias opções de comunicação, incluindo uma porta USB para conexão com o computador, uma porta Serial (UART) para comunicação assíncrona, SPI (Serial Peripheral Interface) e I2C (Inter-Integrated Circuit) para comunicação com outros dispositivos.
- Alimentação: O Arduino Uno pode ser alimentado através da conexão USB com o computador ou por uma fonte externa de 7 a 12V. Ele possui um regulador de tensão interno que fornece uma tensão de 5V para alimentar os componentes conectados.
- Ambiente de Desenvolvimento: O Arduino Uno é programado usando a linguagem de programação Arduino, que é baseada em C/C++. É fornecido um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) que facilita a escrita, compilação e upload de código para a placa.
- Essas são apenas algumas das características básicas do Arduino Uno. Essa placa é altamente versátil e pode ser expandida com a adição de módulos e shields para atender a uma variedade de projetos e necessidades.

A Protoboard MB 102



Figura 3: Protoboard

A Protoboard MB-102 de 830 pontos é uma placa de prototipagem eletrônica amplamente utilizada por entusiastas, estudantes e profissionais na área de eletrônica e desenvolvimento de circuitos. Aqui estão algumas características da Protoboard MB-102:

- Tamanho e layout: A MB-102 tem um tamanho padrão de 16,5 cm x 5,4 cm e é projetada com uma matriz de 830 pontos, organizada em 2 seções de 63 colunas e 10 linhas, com uma faixa central para fornecer alimentação de energia e conexões comuns.
- Conexões internas: Cada ponto de contato da Protoboard MB-102 é interligado verticalmente em grupos de 5 pontos, permitindo uma fácil conexão entre os componentes eletrônicos. Isso significa que os pontos adjacentes verticalmente estão conectados eletricamente.
- Barras de alimentação: A Protoboard MB-102 possui duas barras de alimentação, uma em cada lado da placa, que são conectadas a todos os pontos correspondentes na vertical. Essas barras fornecem conexões para a alimentação de energia positiva (+5V) e negativa (GND) aos componentes do circuito.
- Encaixe de componentes: A MB-102 permite a inserção de componentes eletrônicos como resistores, capacitores, diodos, transistores, circuitos integrados e outros dispositivos com pernas de conexão, permitindo a montagem e teste de circuitos sem a necessidade de soldagem.
- Durabilidade: A Protoboard MB-102 é fabricada com materiais de alta qualidade, garantindo boa durabilidade e resistência ao uso repetitivo e inserção de componentes.
- Versatilidade: Com sua grande área de prototipagem e a possibilidade de conexões flexíveis, a MB-102 é adequada para projetos pequenos a médios, permitindo a criação de uma variedade de circuitos eletrônicos.

É importante observar que a Protoboard MB-102 é uma ferramenta para prototipagem e teste de circuitos. Uma vez que o circuito esteja funcionando corretamente, é comum transferir os componentes para uma placa de circuito impresso (PCB) para obter uma montagem mais permanente e robusta.

A Protoboard MB-102 é amplamente utilizada por sua facilidade de uso e flexibilidade, tornando-a uma escolha popular entre os entusiastas de eletrônica e estudantes de engenharia.

Sensor de umidade de solo



Figura 4: Sensor de Umidade

Um sensor de umidade de solo é um dispositivo usado para medir o nível de umidade presente no solo. Ele é amplamente utilizado em aplicações agrícolas, de jardinagem e de monitoramento ambiental. Aqui estão algumas informações sobre o funcionamento e características desse tipo de sensor:

Funcionamento: O sensor de umidade de solo normalmente utiliza a tecnologia de capacitância ou resistência para medir a umidade do solo. Na tecnologia de capacitância, o sensor possui duas sondas que são inseridas no solo e a umidade do solo altera a capacitância entre elas. Na tecnologia de resistência, o sensor mede a resistência elétrica do solo, que varia com a umidade.

Características:

- **Sondas de medição:** O sensor possui sondas que são inseridas no solo para fazer a leitura da umidade. Essas sondas são geralmente feitas de materiais resistentes à corrosão e adequados para uso em solo.
- **Faixa de medição:** Cada sensor tem uma faixa de medição específica, que indica a umidade mínima e máxima que pode ser detectada. Alguns sensores também podem fornecer informações adicionais, como temperatura do solo.
- **Saída de dados:** Os sensores de umidade de solo podem ter diferentes tipos de saída, como analógica (proporcional à umidade), digital (indicando umidade alta/baixa) ou saída serial para conexão com outros dispositivos.
- **Calibração:** É importante calibrar o sensor de umidade de solo de acordo com as características do solo em que ele será usado. Isso ajuda a obter leituras mais precisas e confiáveis.
- **Alimentação:** A maioria dos sensores de umidade de solo funciona com baixa tensão, geralmente entre 3.3V e 5V, tornando-os compatíveis com sistemas eletrônicos comuns, como microcontroladores Arduino.

Aplicações:

- **Agricultura:** Os sensores de umidade de solo são usados para monitorar a umidade do solo em plantações, ajudando a otimizar a irrigação e evitar o desperdício de água.

- Jardinagem: Eles auxiliam no controle adequado da irrigação em jardins residenciais, parques e áreas verdes, garantindo que as plantas recebam a quantidade certa de água.
- Monitoramento ambiental: Os sensores podem ser usados para monitorar a umidade do solo em áreas naturais, como florestas, para entender melhor as condições do ecossistema.
- Pesquisa científica: São utilizados em experimentos e estudos científicos para coletar dados sobre a umidade do solo e seu impacto no crescimento das plantas e no ciclo da água.

Os sensores de umidade de solo são ferramentas valiosas para o monitoramento e controle do ambiente de crescimento de plantas, permitindo uma irrigação mais eficiente e promovendo o uso sustentável da água.

Módulo Relé



Figura 5: Relé

Um módulo relé é um dispositivo eletrônico que permite controlar a ativação e desativação de cargas elétricas de maior potência usando um sinal de controle de baixa potência. Aqui estão algumas informações sobre o módulo relé:

Funcionamento: O módulo relé consiste em um relé eletromagnético, que é um interruptor controlado por uma bobina eletromagnética. Quando uma corrente elétrica é aplicada à bobina, ela gera um campo magnético que atrai ou repele contatos metálicos, abrindo ou fechando o circuito elétrico principal.

Características:

- **Entrada de controle:** O módulo relé é controlado por uma entrada de sinal de controle, geralmente um sinal digital de baixa potência, como proveniente de um microcontrolador ou uma placa Arduino. Esse sinal de controle aciona a bobina do relé, permitindo que ele ligue ou desligue a carga elétrica.
- **Capacidade de comutação:** Os módulos relé têm capacidades diferentes de comutação de carga, indicando a corrente e a tensão máximas que podem ser controladas pelo relé. É importante escolher um módulo relé adequado às especificações da carga que se pretende controlar.
- **Número de canais:** Os módulos relé podem ter um único canal (controlando uma única carga) ou múltiplos canais (controlando várias cargas independentes). A escolha depende das necessidades específicas do projeto.

- Isolamento: Alguns módulos relé possuem isolamento galvânico entre a entrada de controle e os contatos de saída. Isso evita interferências elétricas entre o circuito de controle e a carga elétrica.
- Proteção: Alguns módulos relé possuem recursos de proteção, como diodos de roda livre ou varistores, que protegem o circuito contra picos de tensão ou reversão de corrente ao desligar o relé.

Aplicações:

- Automação residencial: Os módulos relé são amplamente utilizados em sistemas de automação residencial para controlar lâmpadas, ventiladores, portões elétricos, sistemas de aquecimento/refrigeração, entre outros dispositivos.
- Controle de motores: Podem ser usados para ligar e desligar motores elétricos, como bombas, ventiladores, motores de portões, etc.
- Sistemas de segurança: São usados em sistemas de alarme, câmeras de segurança e outros dispositivos de segurança para ativar/desativar funções específicas.
- Automação industrial: Em ambientes industriais, os módulos relé são usados para controlar equipamentos, máquinas e processos industriais.
- É importante seguir as especificações e diretrizes do fabricante ao utilizar um módulo relé, garantindo o uso correto e seguro do dispositivo.

Métodos

Conexões

Neste projeto, utilizamos o microcontrolador Arduino Uno em conjunto com o sensor de umidade de solo, como atuador uma mini bomba d'água e um módulo relé para acionamento da bomba. Além disso, foi necessário o uso de jumpers macho-fêmea e macho-macho para realizar as conexões adequadas.

Inicialmente, fizemos as conexões dos componentes básicos. Primeiro conectamos o pino 5V do Arduino à trilha positiva do protoboard e o pino GND à trilha negativa, fornecendo assim a alimentação necessária.

Para o sensor de umidade de solo, conectamos a placa no protoboard e conectamos as pontas de prova por meio de jumpers, garantindo uma conexão segura. As pontas de prova foram inseridas no solo para monitorar a umidade.

Utilizamos os pinos disponíveis no protoboard, alimentados pelo Arduino, para fornecer energia ao sensor. O pino VCC do módulo de umidade foi ligado à trilha de

5V do protoboard, enquanto o pino GND foi ligado à trilha negativa. A saída digital do sensor foi ligada ao pino 2 do Arduino.

No módulo relé, utilizamos jumpers macho-fêmea para conectar o pino VCC (positivo) e o pino GND (negativo) do módulo às trilhas de alimentação do Arduino. O pino IN do módulo relé foi conectado ao pino 3 do Arduino para receber comandos do Arduino.

Por fim, ligamos o atuador, que é a bomba d'água, ao relé. Conectamos o fio positivo do atuador no terminal normalmente aberto do relé e fio negativo do atuador foi conectado no protoboard na trilha negativa. E o terminal comum do relé foi conectado à trilha positiva do protoboard.

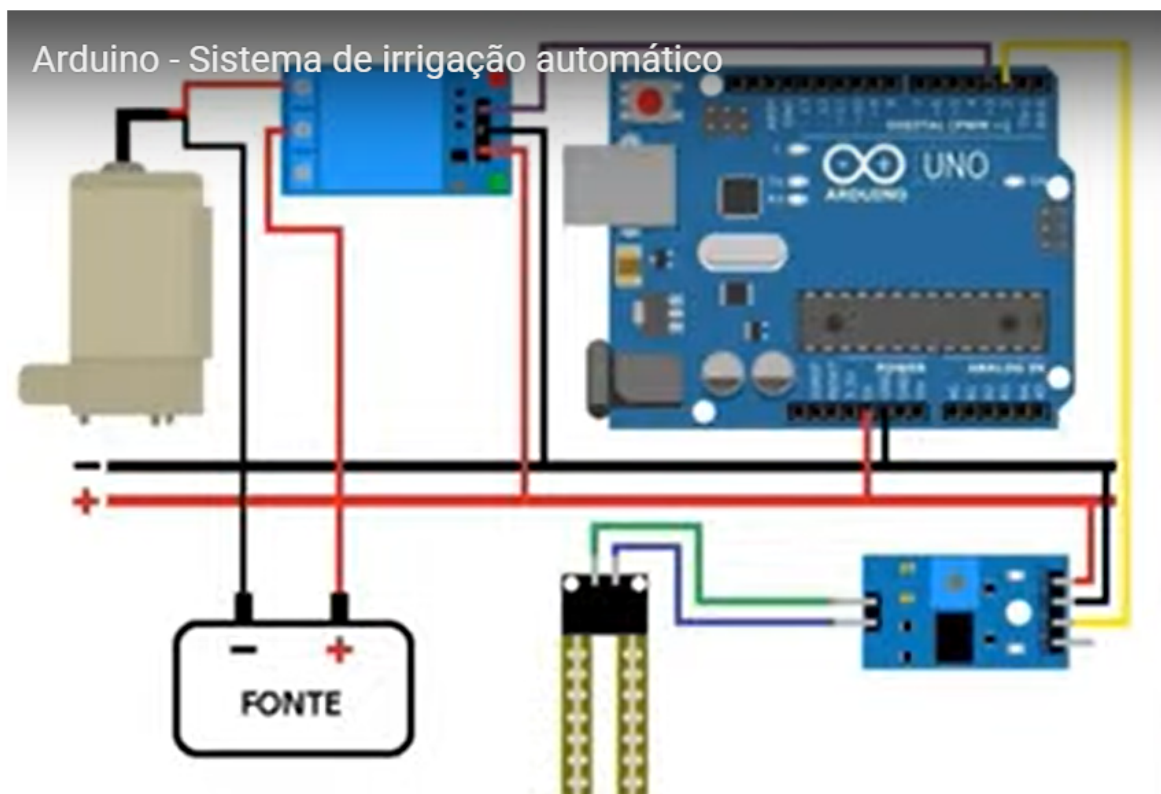


Figura 6: Ligações no Arduino (sem protoboard)

Primeira Fase

A primeira versão do projeto foi desenvolvida sem a aplicação do protocolo MQTT. O código abaixo foi aplicado através de um sketch do Arduino IDE. Ele faz a leitura do sensor a cada 500 ms e quando o sensor detectar umidade o relé é acionado para interromper a irrigação. Na ausência de umidade o relé é acionado para iniciar. Aqui está o código com alguns comentários para ajudar na compreensão:

```
#define rele 3
#define sensor 2
bool irrigar = false;

void setup()
{
    // Configurar os pinos como saída ou entrada
    pinMode(rele, OUTPUT);
    pinMode(sensor, INPUT);

    // Desligar o relé inicialmente
    digitalWrite(rele, HIGH);
}

void loop()
{
    // Ler o estado do sensor
    irrigar = digitalRead(sensor);

    if (irrigar)
    {
        // Sensor detectou a necessidade de irrigação, ligar o relé
        digitalWrite(rele, LOW);
    }
    else
    {
        // Sensor não detectou a necessidade de irrigação, desligar o
        relé
        digitalWrite(rele, HIGH);
    }

    delay(500);
}
```

Link para o Github

https://github.com/jessica-pitton/irrigacao/blob/5889f7844652ef58fc0b5e65cdf49fc6fe044770/firmata/irrigacao_v1.ino

Projeto Final - Integração Broker MQTT com Arduino

A solução consiste em enviar os dados de leitura do sensor de umidade para um broker MQTT, consumir os eventos do broker de controle da bomba e uma aplicação cliente que lê os dados do broker e gera eventos de controle.

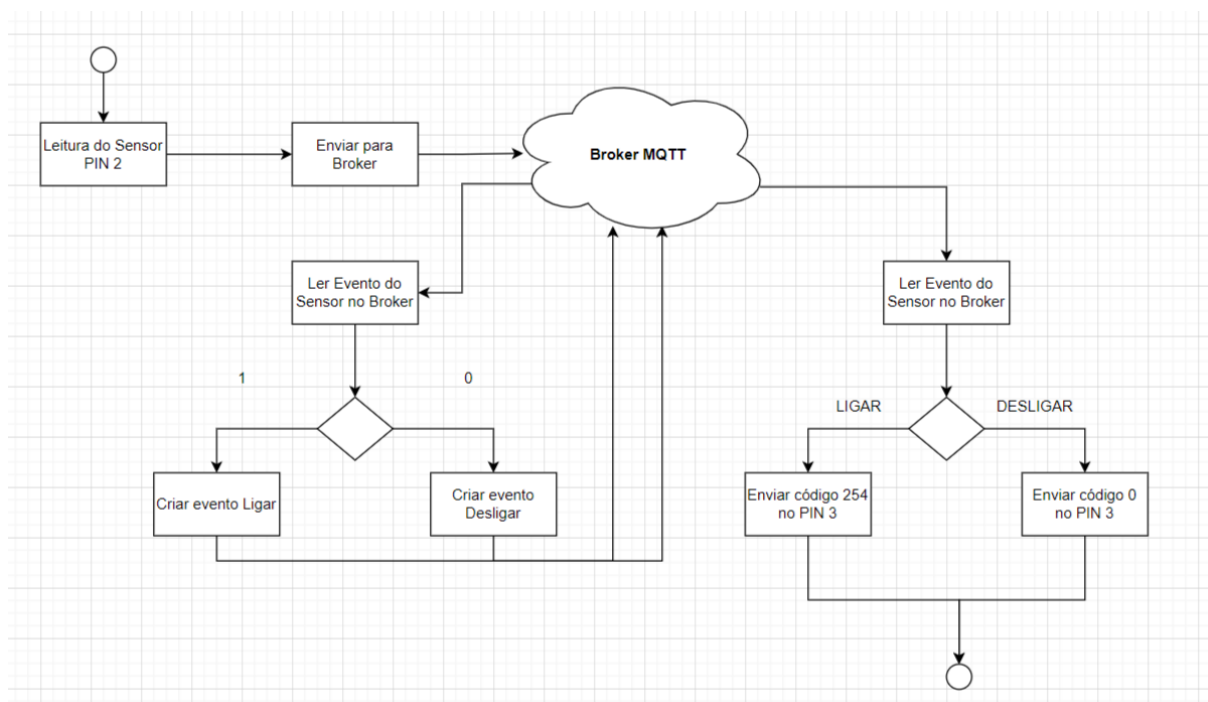
A placa Arduino foi programada utilizando a versão 2.1.0 da Arduino IDE, e para a realizar a integração entre o Arduino e o Node Red. Foi utilizado o pacote StandardFirmata para carregar o sketch para o Arduino, com o objetivo de fornecer para o Node-Red controle sobre o Arduino e aplicar a implementação do protocolo MQTT.

O broker escolhido para o projeto foi o Aedes MQTT brokers pela sua fácil integração com o NODE-RED.

Para a comunicação com o broker foi utilizado o pacote aedes MQTT brokers, onde é possível fazer a provisão do broker e publicar e consumir mensagens dos seus tópicos.

Essas são as conexões necessárias para o projeto, que permitirão o monitoramento da umidade do solo, o acionamento da bomba d'água e a comunicação utilizando o protocolo MQTT.

Depois começamos a construção de um fluxo utilizando os nós do Arduino in para obter dados do sensor de umidade e out para acionar o relé ligando e desligando a bomba. Como apresentado no fluxograma abaixo.



Fluxograma: Representação do fluxo de dados do projeto.

Na figura 7, podemos ver o Arduino in que se conecta a porta 2 digital do arduino e lê os eventos e os envia para o tópico de sensor de umidade produtor, topico/sensor-umidade.

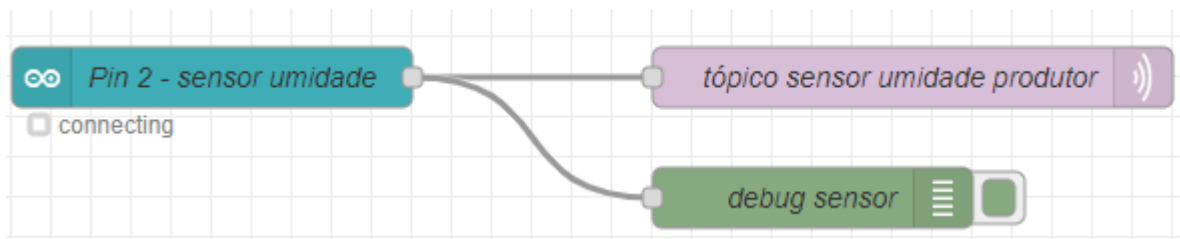


Figura 7: Publicação dos eventos do sensor de umidade

Na figura 8, o controlador bomba recebe eventos, no tópico topico/bomba, com instruções que determinam se a bomba deve ser ligada ou desligada. Ao receber a instrução ligar é enviado para o arduino, no pin 3, o número 254 que é responsável por ativar o relé e ligar a bomba. Com a instrução desligar envia para o arduino, no pin 3, o número 0 responsável por desativar o relé e desligar a bomba.

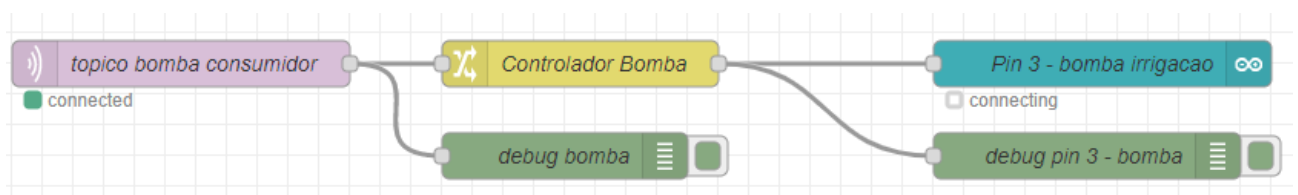


Figura 8: Recepção de eventos de controle

Na figura 9 temos uma representação de uma aplicação cliente responsável por receber os dados no sensor, processar e gerar um evento com instruções de controle para o atuador.

Ao receber o evento com o código 0 do tópico topico/sensor-umidade, gera a instrução de controle desligar e a envia para o tópico topico/bomba. O código 1 gera a instrução de controle ligar.

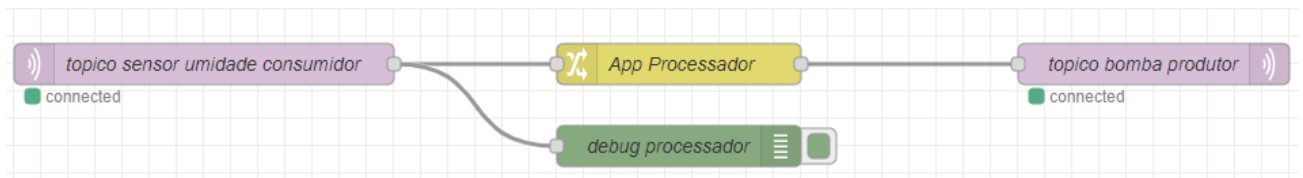


Figura 9: Fluxo que trata eventos de entrada e saída

O Broker MQTT possibilita o armazenamento das mensagens trocadas entre os dispositivos.

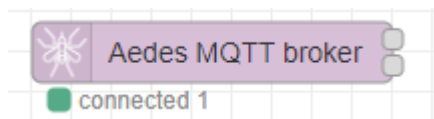


Figura: Broker MQTT

Resultados

Durante a realização do projeto, enfrentei algumas dificuldades na compreensão do funcionamento da fonte de alimentação da placa Arduino. Ao conectar os jumpers à placa, fiquei em dúvida sobre como fornecer 5V de energia, uma vez que o vídeo de referência que assisti não explicava de forma clara esse aspecto. No entanto, percebi que o protoboard já estava sendo alimentado pelos 5V provenientes da conexão USB que utilizei para programar a placa. Com isso, decidi realizar o primeiro teste de irrigação, temporariamente dispensando o uso de uma fonte externa.

O primeiro teste foi realizado e todas as funcionalidades operaram conforme o esperado. Os sensores de umidade funcionaram perfeitamente durante o teste, e eu os posicionei de forma adequada, introduzindo-os profundamente no solo, com exceção de uma pequena ponta que ficou exposta.

Porém a primeira versão desenvolvida não utilizava o protocolo MQTT para a comunicação com aplicações externas através de internet ou outro meio.

No geral, embora tenha enfrentado algumas dificuldades iniciais com a fonte de alimentação, o projeto progrediu com sucesso, permitindo-me realizar o primeiro teste de irrigação e obter resultados positivos.

Após este primeiro teste, foi iniciada a segunda etapa onde a integração do Broker e MQTT foi realizada, gerando mensagens com a leitura do sensor e instruções para o atuador.

A execução ocorreu com sucesso como esperado, apenas com um ponto de atenção onde o arduino que não consegue fornecer energia para alimentar o motor da bomba, onde existe uma necessidade de uma fonte externa.

Núm. medida	Sensor/atuador	Tempo de resposta
1	Sensor de umidade + Bomba de irrigação	0.41s
2	Sensor de umidade + Bomba de irrigação	0.27s
3	Sensor de umidade + Bomba de irrigação	0.40s

4	Sensor de umidade + Bomba de irrigação	0.34s
---	---	-------

Devido a execução dos testes terem sido realizada em um ambiente controlado e utilizar conexão via USB entre o arduino e o node-red não foi possível obter precisão nas medições de tempo entre a detecção de um evento pelo sensor e o acionamento do atuador.

Link para o Github

<https://github.com/jessica-pitton/irrigacao/>

Conclusões

Ao regar a planta somente quando o solo estava seco, o sistema funcionou conforme o esperado, cumprindo o propósito de operar de forma autônoma, sem a necessidade de supervisão constante. Essa conquista demonstra a eficiência do sistema em fornecer água para a planta quando necessário, garantindo o cuidado adequado mesmo na ausência de intervenção humana. Continue aproveitando os benefícios do seu sistema de irrigação automatizado e desfrute de plantas saudáveis e bem cuidadas.

Os principais problemas foram a alimentação de energia dos equipamentos tanto do arduino quanto da bomba. Para o arduino foi resolvido utilizando a porta USB do computador e para a alimentação do motor da bomba foram utilizadas baterias externas.

Algumas das vantagens do projeto de irrigação com base na umidade do solo podem incluir economia de água, uma vez que a irrigação é acionada apenas quando necessário, evitando desperdícios. Além disso, o sistema automatizado torna o processo de irrigação mais conveniente e eficiente, eliminando a necessidade de monitoramento manual constante. O projeto também pode contribuir para o crescimento saudável das plantas, fornecendo a quantidade certa de água para suas necessidades.

Como desvantagem podemos citar a dificuldade em aplicar este projeto em uma grande quantidade de plantas como uma horta, pois exigiria uma grande quantidade de alterações para suportar o aumento de número de sensores e atuadores.

Para melhorar o projeto poderíamos atuar no tratamento das desvantagem citada para ampliar e explorar a integração com outros sensores ambientais, como temperatura e luminosidade, para ajustar a irrigação com base em condições ambientais mais abrangentes.

Referências

https://www.youtube.com/watch?v=FGrN8tdAhi8&t=315s&ab_channel=Bitabit

<https://jacobucci.ind.br/beneficios-da-irrigacao-automatizada-em-casa/#:~:text=Em%20outras%20palavras%20a%20irriga%C3%A7%C3%A3o,ou%20dependa%20dos%20cuidados%20humanos.>

<https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/tecnologias-ajudam-a-efetivar-a-irrigacao-inteligente/#:~:text=Maquin%C3%A1rios%2C%20equipamentos%20e%20sistemas%20%E2%80%93%20como,o%20desperd%C3%ADcio%20de%20recursos%20naturais.>

<https://bitabitecnologia.com.br/2022/05/sistema-de-irrigacao-automatico-3/>

<https://www.baudaeletronica.com.br/catalogsearch/result/?q=jumpers>

<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011330043.pdf>

<https://agroinsight.com.br/historico-da-irrigacao/#:~:text=No%20Brasil%2C%20a%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20teve,e%20a%20ocupar%20maiores%20%C3%A1reas.>

<https://www.makerhero.com/blog/primeiros-passos-node-red-arduino-uno/>



Comentado [WFC1]: Sistema de irrigação automático utilizando a plataforma arduino