

DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR AUTOMÁTICO PARA SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

EDUARDO TELES DIAS FILGUEIRA¹, ANTÔNIO MARCOS DE MELO MEDEIROS², BRUNO QUIRINO DE OLIVEIRA³ e FABRÍCIA NERES BORGES⁴

¹Graduando em Engenharia de Controle e Automação, PUC-Goiás, Goiânia-GO, eduardoteles999@gmail.com;

²Dr. Prof. Escola de Engenharia, PUC-Goiás, Goiânia-GO, amarcosmedeiros@gmail.com;

³Msc. Prof. Escola de Engenharia, PUC-Goiás, Goiânia-GO, brunoquirino@pucgoias.edu.br;

⁴Msc. Profa. Escola de Engenharia, PUC-Goiás, Goiânia-GO, fabricia.neres@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo elaborar o protótipo de um sistema de irrigação por gotejamento, bem como projetar o controlador para automatizá-lo. O sistema de controle proposto utilizou a plataforma embarcada ESP32, a qual possui suporte à rede WiFi, para realizar a leitura dos sensores de umidade do solo, umidade do ar e temperatura. Para monitorar o sistema de irrigação construiu-se uma interface gráfica na plataforma Node-RED, ferramenta visual para conectar dispositivos de IoT (Internet das Coisas). A calibragem do sensor de umidade do solo indicou uma faixa de valores digitais que parte de 3087, com o dispositivo inserido em solo seco, e vai decrescendo até 1483, em solo saturado. No software de controle definiu-se que valores superiores ou iguais a 3000 denotariam solo seco e, abaixo disso, solo úmido. Após os testes, concluiu-se que, tanto o protótipo quanto o controlador funcionaram conforme o projetado.

PALAVRAS-CHAVE: Automação, controle, gotejamento, irrigação.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC CONTROLLER FOR DRIP IRRIGATION SYSTEMS

ABSTRACT: This work aimed to develop the prototype of a drip irrigation system, as well as to design the controller to automate it. The proposed control system used the embedded ESP32 platform, which has support for the WiFi network, to read the soil moisture, air humidity and temperature sensors. To monitor the irrigation system, a graphical interface was built on the Node-RED platform, a visual tool for connecting IoT (Internet of Things) devices. The calibration of the soil moisture sensor indicated a range of digital values starting from 3087, with the device inserted in dry soil, and decreasing until 1483, in saturated soil. In the control software it was defined that values greater than or equal to 3000 would denote dry soil and, below that, moist soil. After the tests, it was concluded that both the prototype and the controller worked as designed.

KEYWORDS: Automation, control, drip, irrigation.

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma forma de prover água de maneira artificial a uma determinada cultura, fazendo com que esta produza de forma adequada (EMBRAPA, 2010). De acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2008), a definição moderna de irrigação não se restringe somente ao combate à seca, abrangendo um conceito mais amplo de agronegócio, no qual a irrigação é uma estratégia fundamental para elevar a produção e a produtividade agrícola de forma sustentável.

Existem diversos tipos de sistemas de irrigação, os quais podem ser categorizados da seguinte forma: irrigação por aspersão, irrigação localizada, irrigação por superfície e irrigação subterrânea (FRIZZONE, 2017). Falando-se especificamente sobre o método localizado, este pode ainda ser dividido em duas técnicas: a irrigação localizada por microaspersão e por gotejamento.

A irrigação localizada é definida como a aplicação de água de forma pontual na região do entorno das raízes das plantas. A água é conduzida a baixa pressão por meio de tubulações e aplicada ao sistema radicular da cultura através de emissores (que variam conforme o tipo de irrigação). (BISCARO et al, 2014) Esse tipo de irrigação é caracterizado como de alta frequência, uma vez que a umidade do solo é mantida próxima da capacidade de campo e os turnos de rega são curtos (geralmente de 1 a 4 dias). (BISCARO et al, 2014)

No Brasil, a agricultura é um dos motores da economia e a irrigação vem ganhando espaço ao longo das décadas, no contexto da agricultura de precisão. O país está entre os 10 com maior área equipada para irrigação no mundo, com cerca de 6,95 milhões de hectares (ANA, 2017). Além disso, a atividade que mais consome recursos hídricos no Brasil é a irrigação, sendo responsável por 46% das retiradas em corpos hídricos e por 67% do consumo de água. (ANA, 2017)

Para garantir a eficiência de um sistema de irrigação é necessário um uso racional e preciso de água e energia, bem como um manejo adequado do sistema, levando-se em consideração as necessidades da cultura em todas as fases de cultivo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2008). Acrescenta-se a isso a importância da preservação ambiental, com o objetivo de manter a integridade dos cursos d'água. Nesse cenário, a automação e o controle e monitoramento de variáveis podem contribuir não apenas com a automatização do ato de irrigar, mas também servir como ferramenta para facilitar e otimizar o manejo.

Com base nesses conceitos, este trabalho teve o objetivo de desenvolver um controlador para automatizar um sistema de irrigação por gotejamento. O controlador proposto utilizou o sistema embarcado ESP32 (o qual possui suporte à rede WiFi e Bluetooth embutidos), para realizar a leitura dos sensores de umidade do solo, umidade do ar e temperatura. Para monitorar o sistema de irrigação, projetou-se uma interface gráfica na plataforma Node-RED (ferramenta visual para conectar dispositivos de IoT).

MATERIAL E MÉTODOS

Este tópico apresenta, de forma sucinta, os principais recursos utilizados para conceber o projeto do controlador de irrigação.

Sensores, atuadores e componentes hidráulicos:

Para monitorar as principais grandezas climáticas foi utilizado o sensor de temperatura e umidade do ar DHT22. A umidade do solo foi medida usando-se um sensor capacitivo e para detectar a presença de chuva, usou-se o módulo sensor de chuva yl-83.

Para montar o protótipo de irrigação, usou-se os seguintes componentes hidráulicos: 02 têes 1/2" x 1/2" x 3/4" e 01 tê 1/2"x 1/2" x 1/2"; 04 plugues roscáveis 1/2"; 02 curvas 1/2" x 3/4"; 04 conectores 1/2" roscáveis; 03 adaptadores roscáveis 1/2"; 04 adaptadores roscáveis 3/4"; 04 conectores 1/2" com rosca fêmea; 04 adaptadores 3/4" com rosca fêmea. Essas conexões, juntamente com uma mangueira flexível de jardim de 1/2 polegada, formou o circuito hidráulico do sistema de irrigação, o qual foi distribuído em quatro setores.

Na linha lateral de cada setor foram instalados gotejadores reguláveis. Para este projeto escolheu-se o gotejador Agrojet GA-2, que possui regulagem individual de vazão (1 a 20 l/h) e pressão de trabalho de 6 a 30 mca. (AGROJET, 2018) Para realizar a distribuição de água utilizou-se uma bomba de aquário 12V CC com motor brushless (sem escovas), 4,2 W e vazão de 240 l/h. Para comandar os setores de irrigação usou-se 4 válvulas solenoides 12V, uma para cada setor. Para fazer a interface entre o circuito de controle e os atuadores foram utilizados dois módulos relé de 5V: um módulo de 01 canal para acionar a bomba e um módulo de 04 canais para comandar as válvulas.

Itens de Hardware e Software:

Para fazer a leitura dos sensores e acionar os atuadores usou-se o sistema embarcado ESP32, que é uma placa de prototipagem eletrônica equipada com o microprocessador Tensilica Xtensa e que possui conexão WiFi e Bluetooth embutido. A implementação da interface de usuário foi feita criando-se uma página web no ambiente de programação Node-RED, que é uma ferramenta gráfica para projeto de aplicações IoT.

Para que a interface gráfica se comunique com o ESP32 foi utilizado o MQTT, um protocolo de comunicação leve, apropriado para Internet das Coisas. O princípio de troca de mensagens do MQTT se baseia em um modelo de publicação/assinatura, onde define-se o servidor (broker) e os clientes. Um determinado cliente se inscreve em um certo tópico (instância na qual informações

podem ser publicadas e obtidas), publica a mensagem, e o broker a encaminha para os clientes assinantes desse tópico. (YUAN, 2017)

Para implementar o servidor MQTT usou-se a Raspberry Pi 3 modelo B, um sistema embarcado que trabalha como minicomputador. Na Raspberry foi instalado o sistema operacional Raspbian e, uma vez pronto para uso, nele instalou-se o plugin do Node-RED e o MySQL™ (software para criar e gerenciar sistemas de bancos de dados relacionais). Todos os itens de hardware e software estão conectados à rede local e para o broker foi definido um endereço de IP (Internet Protocol) fixo.

Descrição do sistema:

Através da página web criada no Node-RED é possível monitorar as variáveis coletadas e o estado dos atuadores do sistema de irrigação, bem como comandá-los. A plataforma embarcada ESP32 é responsável por fazer a leitura dos sensores: umidade e temperatura do ar, umidade do solo e sensor de chuva. O microcontrolador envia os dados coletados para o broker MQTT e dele recebe os comandos para ligar ou desligar o sistema de irrigação (bomba e válvulas).

A lógica que diz respeito às tarefas executadas pela ESP32 foi implementada no IDE do Arduino, sendo necessário a instalação de um plugin para carregar o programa para a placa NodeMCU e a adição de bibliotecas para realizar a comunicação via MQTT. No código desenvolvido, o ESP32 se inscreve nos tópicos “temperatura”, “umidade”, “umidadeSolo” e “chuva” para receber as informações advindas dos sensores. O NodeMCU atua como Publisher nos tópicos “bomba”, “setor1”, “setor2”, “setor3” e “setor4” publicando os comandos para ligar/desligar a bomba e abrir/fechar as válvulas que comandam os setores 1, 2, 3 e 4.

A lógica de controle foi construída com base em dois modos de operação: manual e automático. Na primeira forma, o usuário, por meio da interface gráfica, pode comandar o sistema, controlando o estado da bomba e das válvulas. No modo automático, o ESP32 recebe os valores referentes aos sensores de umidade do solo e sensor de chuva. Caso o dado obtido pelo tópico “chuva” esteja indicando um valor que denota ausência de precipitação e, ao mesmo tempo, a informação referente ao tópico “umidadeSolo” represente um valor classificado como solo seco, o NodeMCU liga a bomba e as válvulas.

Na opção automática, após a bomba ser ligada, foi programado o acionamento em sequência das válvulas, cada uma em um intervalo de um segundo após a outra. Quando o sistema detectar que há presença de chuva ou solo úmido, a bomba é desligada e, em seguida, cada uma das válvulas é fechada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente de programação Node-RED, ao instalar a biblioteca node-red-dashboard, foi possível criar interfaces gráficas que podem rodar em qualquer tipo de navegador web. A figura 01 mostra a programação feita com base na ligação dos nodes para receber dados dos sensores, enviados pelo ESP32, salvar os valores de temperatura e umidade do ar no banco de dados, e mostrar as informações recebidas via MQTT na interface de usuário.

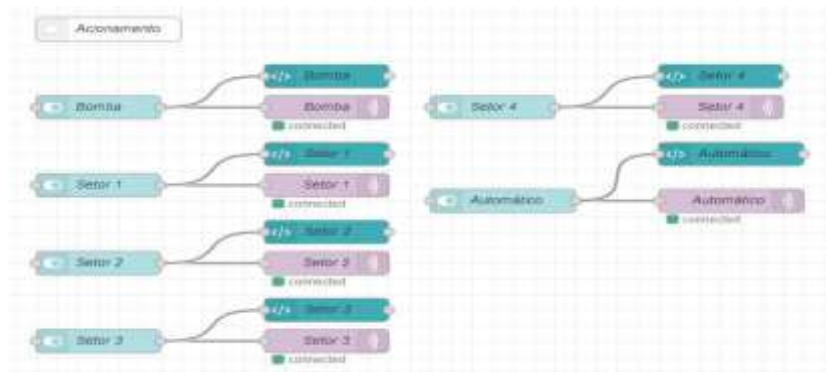
Figura 01. Recebendo dados do ESP32.



Fonte: autor (2020)

A figura 02 retrata a ligação dos nós para implementar os botões de comando da bomba, válvulas dos setores e seleção do modo automático, juntamente com os respectivos indicadores de estado. Essas informações são enviadas via MQTT para o ESP32, que aciona os respectivos atuadores.

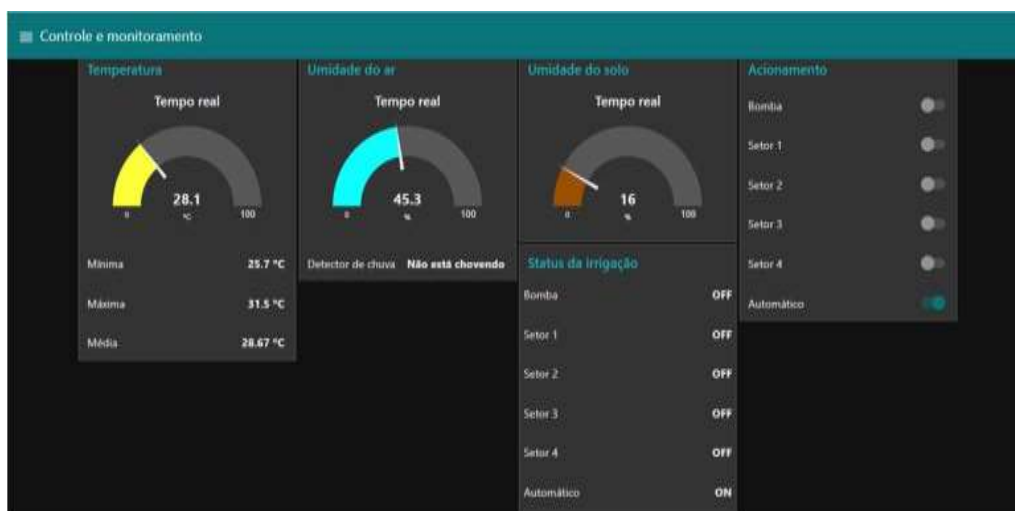
Figura 02. Implementando os botões e indicadores de estado.



Fonte: autor (2020)

A figura 03 ilustra a interface criada para monitorar o sistema de irrigação, sendo esta composta pelos quadros “Temperatura”, “Umidade do ar”, “Umidade do solo”, “Status da Irrigação” e “Accionamento”. O quadro “Temperatura” é composto por um mostrador, que indica o valor de temperatura (em °C) oriundo do sensor DHT22, e pelos indicadores das temperaturas mínima, máxima e média, que foram coletadas da tabela que armazena o histórico das temperaturas lidas pelo sensor no banco de dados. A aba “Umidade do ar” contém o mostrador de umidade do ar (em %) e o indicador de presença de precipitação (obtido pelo sensor de chuva). O quadro “Umidade do solo” é composto pelo mostrador de umidade do solo (em %), cujos dados são advindos do sensor capacitivo. A aba “Status da irrigação” mostra o estado de acionamento da bomba e das válvulas, bem como se o modo automático está ativo ou não. O quadro “Accionamento” contém os seletores de comando dos atuadores e o seletor para ativar/desativar o modo automático.

Figura 03. Interface gráfica para controle e monitoramento.



Fonte: autor (2020)

No protótipo do sistema de irrigação, mostrado na figura 04, as quatro linhas laterais possuem dois metros de comprimento cada uma e ao longo delas foram inseridos gotejadores reguláveis. O sensor capacitivo foi calibrado antes de ser instalado em campo. Para fazer a calibração usou-se um recipiente de 300 cm³ de capacidade, contendo terra seca, e foi-se adicionando amostras de 10 ml de água até o solo atingir a saturação.

Após o processo de calibração, obteve-se as seguintes faixas de medição (representadas pelo valor digital apresentado no serial monitor do Arduino IDE, sendo que o conversor analógico-digital do ESP32 é de 12 bits, ou seja, representa valores discretos de 0 a 4095): 3451 – 3429 com o sensor no ar; 3087 – 3055 no solo seco; 2147 – 2111 com 20 ml de água adicionada; 1917 – 1903 após adicionar mais 10 ml; 1791 – 1754 depois de inserir mais 10 ml (40 ml no total); 1721 – 1715 ao totalizar 50 ml, caracterizando solo saturado. Colocou-se mais 50 ml de água no recipiente (totalizando 100 ml), fazendo com que volume de água ultrapassasse o de solo, e obteve-se um intervalo de leitura de 1573 – 1483, concluindo-se que, quanto mais úmido está o solo, menor é o valor representado. Na programação feita para controlar o sistema de irrigação, definiu-se que valores digitais maiores ou iguais a 3000 denotam solo seco. A figura 04 mostra a montagem do protótipo do sistema de irrigação.

Figura 04. Protótipo do sistema de irrigação por gotejamento.



Fonte: autor (2020)

CONCLUSÃO

O objetivo de desenvolver o controlador automático, bem como o protótipo do sistema de irrigação por gotejamento funcionou adequadamente, conforme projetado. A interface de usuário mostrou os dados de forma correta, de acordo com o esperado. A calibração do sensor de umidade do solo permitiu que se estabelecesse uma faixa de medição (em valores discretos) que varia de 3451 (sensor no ar) a 1483 (solo saturado). No software de controle implementado no ESP32 definiu-se que valores iguais ou superiores a 3000 denotam solo seco.

O teste do sistema como um todo também comprovou o funcionamento da comunicação remota entre o broker MQTT instalado na Raspberry Pi e o programa implementado na placa NodeMCU.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional De Águas. Atlas Irrigação – Uso da Água na Agricultura Irrigada. 2017. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 26 de setembro de 2019.
- Agrojet. Gotejador regulável GA-2. Disponível em: <https://www.agrojet.com.br/produto/gotejador-regulavel-ga-2/>. Acesso em: 30 de abril de 2020.
- Bernardo, Salassier; Soares, Antonio Alves; Mantovani, Everardo Chartuni. Manual de Irrigação. 8ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625 p.
- Biscaro, Guilherme Augusto; Gomes, Eder Pereira; Cruz, Raimundo Leite; Geisenhoff, Luciano Oliveira; Oliveira, Alessandra Conceição de. Sistemas de Irrigação localizada. Dourados: Editora UFGD, 2014. 256 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de produção de melancia. Embrapa Semiárido – Sistemas de Produção, 6. ISSN 1807-0027. Versão Eletrônica. Ago/2010. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>. Acesso em: 25 de setembro de 2019.
- Frizzone, J. A. Os métodos de irrigação. Notas de Aula da Disciplina LEB 1571 – Irrigação. ESALQ/USP, 2017. Departamento de Engenharia de Biosistemas – Curso de Engenharia Agrônoma, Piracicaba, SP. Irrigação por gotejamento. Disponível em: <http://construindodecor.com.br/irrigacao-por-gotejamento/>. Acesso em: 13 de outubro de 2019.