

SISTEMA PARA CONTROLE DE TEMPERATURA E IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADO UTILIZANDO STM32¹

**Aline Kieslich Rusch², Emerson Winskoski dos Anjos³, Lucas Gabriel da Rosa⁴, Luís
Fernando Sauthier⁵**

¹ Trabalho da disciplina de Microcontroladores, Unijuí.

² Acadêmica do curso de graduação de Engenharia Elétrica, Unijuí

³ Acadêmico do curso de graduação de Engenharia Elétrica, Unijuí

⁴ Acadêmico do curso de graduação de Engenharia Elétrica, Unijuí

⁵ Professor da disciplina de Microcontroladores de Graduação, Unijuí

INTRODUÇÃO

Estufas de cultivo são ambientes projetados para fornecer as condições ideais para o crescimento de plantas. O principal fator a ser controlado é a temperatura, pois a temperatura interna pode ser significativamente maior que a externa, sendo considerada ideal para a maioria das culturas as faixas de 24° a 28° durante o dia e 16° a 22° à noite (ELYSIOS, 2023). Outro fator importante a ser considerado é a irrigação, sendo necessário fornecer a quantidade certa de água no momento certo às plantas, pois o excesso de água pode causar o apodrecimento das raízes e a falta de água pode causar estresse hídrico.

Os sistemas de irrigação automatizados representam tecnologias modernas que buscam aplicar água nas plantações de forma eficiente, precisa e controlada. Eles combinam sensores, controladores e softwares para acompanhar fatores como condições do solo, clima e as necessidades hídricas das plantas, ajustando automaticamente a quantidade e o horário da irrigação conforme necessário (CAMELO, 2023).

A fim de criar um sistema automatizado de controle para irrigação e temperatura de estufas, foi realizado um projeto baseado na utilização de um microcontrolador ARM STM32F103C8T6, dispositivo que se destaca por sua alta velocidade de processamento e baixo consumo de energia. Além disso, para visualização dos status de ventilação e bomba de irrigação, foi implementada comunicação bluetooth com celulares, utilizando o aplicativo Serial Bluetooth Terminal.

Este trabalho também possui sua relevância justificada, pois faz referência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ao promover o uso sustentável da água na agricultura. Utilizando sensores de umidade e temperatura integrados ao microcontrolador

STM32, o sistema realiza irrigação de forma precisa e automatizada, reduzindo desperdícios e otimizando recursos, o que condiz com o ODS 12: Consumo e produção responsáveis.

METODOLOGIA

O presente trabalho iniciou-se com pesquisas bibliográficas, para o levantamento de dados acerca de sistemas de irrigação para estufas. A construção do sistema de irrigação iniciou-se com a programação do microcontrolador STM32F103C8T6, utilizando o software Keil uVision 5, fazendo uso da linguagem de programação C.

Para a leitura da temperatura interna da estufa utilizou-se um termistor NTC103, utilizando também um sensor de umidade do solo. Para tanto, foi necessário utilizar duas entradas analógicas do microcontrolador, sendo o pino PA0 para a leitura de temperatura e o pino PA1 para a umidade do solo, utilizando dois canais ADC (Conversor analógico-digital).

A interrupção pela função SysTick_Handler foi utilizada para fazer a leitura das variáveis de entrada a cada 0,5s. Também utilizou-se a função DMA (Acesso direto à memória) permitindo o acesso à memória sem a utilização da CPU.

Para o acionamento do ventilador e da motobomba, utilizou-se dois pinos programados como saídas (output push-pull), sendo o pino PB12 utilizado para acionamento de um ventilador e o pino PB13 para o acionamento da motobomba para irrigação.

Para a confirmação do funcionamento do código, o pino PC13, presente no microcontrolador, foi programado para piscar em intervalos de 0,5s enquanto o sistema estiver energizado e com o programa em funcionamento.

Para a comunicação bluetooth foi utilizada uma saída do microcontrolador (pino PB6) programado como modo função alternativa para comunicação UART, funcionando como pino transmissor de dados, que posteriormente foi conectado ao pino receptor do módulo de comunicação bluetooth HC-05, que realizou a comunicação do status de motobomba ligada/desliga, ventilador ligado/desligado e valores de umidade e temperatura para o celular, utilizando o aplicativo Serial Bluetooth Terminal em instantes de tempo definidos e sempre que houver mudança do status das saídas utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

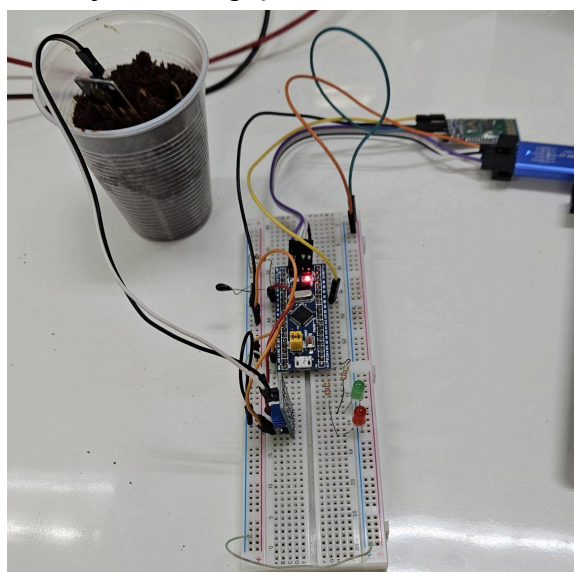
O presente projeto apresentou pleno funcionamento durante os testes realizados, demonstrando de maneira clara e objetiva os valores de temperatura ambiente e umidade do

solo. Essas variáveis foram devidamente monitoradas e configuradas para acionar, de forma automatizada, a ventoinha de resfriamento, com o objetivo de reduzir a temperatura, e a bomba de irrigação, destinada à irrigação do solo.

A temperatura foi configurada com valores mínimos e máximos pré definidos com o intuito de manter a temperatura da estufa dentro dos valores aceitáveis, acionando o pino PB12 do ARM, onde pode ser conectado o ventilador através de um relé. Quando a ventoinha é acionada, um LED vermelho é ativado, indicando seu funcionamento. Para a motobomba, foi estabelecido um intervalo de operação calculado para garantir a precisão e confiabilidade do sensor de umidade, capaz de ler uma faixa de 10 a 90% de umidade do solo. O sistema está conectado ao pino PB13 do ARM e, quando a umidade está abaixo do valor configurado na programação, aciona o pino PB13, ativando também um LED verde como sinal visual.

O aplicativo desenvolvido apresenta uma interface simples e intuitiva, facilitando a interação por usuários de diferentes níveis de experiência. A conectividade via Bluetooth permite que o aplicativo receba, no celular, informações sobre as variáveis de temperatura ambiente (em graus Celsius) e umidade do solo (em porcentagem). Além disso, o aplicativo indica o status da motobomba e do ventilador, informando se estas estão ligadas ou desligadas. O programa foi configurado para enviar estas informações em intervalos de tempo definidos, além de enviá-los sempre que houver mudança no status de alguma das saídas. A figura 1 demonstra uma foto da montagem do sistema utilizando uma protoboard para testes.

Figura 1 - Projeto de irrigação com microcontrolador ARM



Fonte: Autores



Os desafios encontrados foram na construção do código na plataforma Keil uVision 5, buscando bibliotecas pela web de acordo com cada periférico utilizado, havendo diversas modificações no código para não haver problemas de confiabilidade nas informações fornecidas pelo aplicativo para o usuário e garantir o pleno funcionamento do sistema de irrigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto de irrigação automatizada, utilizando o microcontrolador STM32 aliado a sensores de umidade do solo e termistores NTC para controle de temperatura, proporcionou uma solução inovadora e eficiente para o manejo de recursos hídricos e climáticos na agricultura. A integração desses sensores permitiu um controle preciso da irrigação e do acionamento do exaustor, otimizando o uso da água e mantendo as condições ideais para o cultivo. A implementação do módulo Bluetooth, por sua vez, possibilitou o monitoramento remoto dos dados em tempo real, garantindo a conveniência e a acessibilidade para os usuários.

Este trabalho também salienta a importância dos microcontroladores no desenvolvimento de sistemas embarcados, promovendo a compreensão e aplicação dos conceitos abordados na disciplina. A utilização do STM32 demonstrou sua versatilidade e eficiência em projetos de automação, possibilitando a comunicação de dados e o controle de dispositivos de forma precisa e integrada.

Através dos resultados obtidos, foi possível observar os benefícios diretos da automação na agricultura, como a redução de desperdícios, o aumento da produtividade e a melhoria no gerenciamento de recursos. Este projeto serve como uma base sólida para futuras melhorias e adaptações, ampliando as possibilidades de uso de microcontroladores em sistemas de irrigação e outros sistemas de controle ambiental, alinhados às demandas de um futuro mais sustentável.

Palavras-chave: Irrigação. STM32. Umidade. Bluetooth. Temperatura.



AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho em grupo. Agradecemos primeiramente ao nosso professor, cuja orientação, paciência e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Aos nossos colegas de equipe, agradecemos pela colaboração, empenho e pelo trabalho em conjunto que foi fundamental para a concretização de cada etapa do projeto. A troca de ideias e o espírito de equipe foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMELO, Sara. Automação na irrigação: Potencializando a Produtividade e Sustentabilidade Agrícola. 2023. Disponível em:

<https://blog.sensix.ag/automacao-na-irrigacao-potencializando-a-produtividade-e-sustentabilidade-agricola/>. Acesso em: 07 dez. 2024.

ELYSIOS (Porto Alegre). Controle de Microclima e Irrigação em Estufas. 2023. Disponível em: <https://elysios.com.br/blog/controle-de-microclima-de-irrigacao-em-estufas/>. Acesso em: 07 dez. 2024.