



Planta didática para controle de temperatura e umidade

Carlos Eduardo de Oliveira Silva¹; 0009-0002-9142-0985
João Vitor Freitas da Costa¹; 0009-0002-4662-9667
Marcus Vinicius Rocha Oliveira¹; 0009-0009-7825-5816
Ramon Jaques Mageste Pereira¹; 0009-0006-1790-9810
Italo Pinto Rodrigues^{1,2}; 0000-0002-6832-8358
Péricles Guedes Alves¹; 0000-0003-1436-9776

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
2 – INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP
mrcsrochaoliveira@gmail.com (contato principal)

Resumo: O ensino prático na área de engenharia é essencial para a formação dos estudantes e futuros engenheiros. Entretanto, nem todas as disciplinas possuem recursos para que tal prática seja realizada. Com esta motivação, desenvolveu-se um estudo para a criação de um processo em forma de planta didática para as disciplinas da área de controle, onde seja possível fazer o controle de variáveis como temperatura e umidade utilizando atuadores e sensores, além de um microcontrolador. Para que tal projeto fosse realizado, fez-se necessário um estudo sobre os componentes a serem utilizados para que os controles fossem possíveis, além de um estudo aprofundado em tecnologias que utilizem do controle das variáveis trabalhadas nesta planta didática. O projeto cumpriu o que se propôs em fazer, realizando o controle da temperatura e umidade conforme inseridos na tela do supervisor. Ademais, a planta didática é de fácil locomoção, atingindo o objetivo de poder ser utilizado sem dificuldades em diferentes ambientes.

Palavras-chave: Arduino. Controle. Temperatura. Umidade. Automação.

INTRODUÇÃO

A utilização de recursos práticos relacionados ao ensino de disciplinas tem um importante valor a agregar no conhecimento do aluno. Um dos principais deles é apresentar uma versão mais condizente com o que será encontrado no mercado após sua formação, uma vez que o futuro profissional será responsável por desenvolver e atuar com os dispositivos que são utilizados durante aulas práticas no curso de formação, além do conhecimento teórico.

Segundo Prestes e Rodrigues (2020), as aulas práticas são uma das maneiras de permitir aos estudantes de engenharia como desenvolverem soluções para problemas complexos.



Nas disciplinas da área de controle no curso de engenharia elétrica do UniFOA há uma lacuna que ainda necessita ser preenchida para fornecer ao aluno todo o conhecimento prático necessário para lidar com as questões apresentadas durante o curso, por exemplo, o ajuste dos ganhos do controlador PID. Baseado nisso, o projeto foi estabelecido em fornecer uma experiência prática, isto é que possibilite ao estudante aplicar a teoria na prática e, ao mesmo tempo, que agregue ao currículo do futuro profissional.

O principal objetivo deste artigo é propor um projeto de um ambiente onde seja possível realizar o controle de variáveis como temperatura e umidade, na forma de uma planta didática, a ser utilizado nas disciplinas da área de controle, considerando os seguintes aspectos: a) aprendizado contínuo e expandido dos alunos do curso de engenharia elétrica; b) aplicação de PID na prática; c) utilização de microcontroladores; d) criação de um sistema com custo reduzido e de fácil locomoção.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Krasilchik (2008), uma das principais funções das aulas práticas seria despertar e manter o interesse, compreensão e desenvolvimento dos alunos, seja para conceitos básicos e resolução de problemas. Tudo isso corrobora para que o estudante desenvolva suas habilidades para o exercício de sua profissão, independente da área de estudo.

Para os estudos relacionados a engenharia, as atividades práticas têm a função de apresentar ao estudante uma visão do que será visto diariamente no mercado de trabalho. A proposta de criação de uma planta didática visa, principalmente, que esse material poderá ser utilizado em pesquisas e projetos desenvolvidos pelos alunos. Os estudantes poderão desenvolver habilidades práticas, bem como terão a oportunidade de entender melhor os processos envolvidos na área de controle e automação, o que certamente contribuirá para sua formação acadêmica e profissional.

Para desenvolver o referido projeto, pensou-se na ideia da criação de um sistema *TITO* (*Two Inputs Two Outputs*) onde fosse possível realizar o controle de temperatura e umidade em um ambiente controlado utilizando um microprocessador, atuadores e





sensores. Segundo Jinhua, et al. (2009), os sistemas de controle PID são extensivamente empregados para regular processos. Com isso em mente, entende-se a necessidade e a aplicabilidade da utilização de PID para que seja feito os controles do projeto aqui descrito.

Para fazer o controle de temperatura, estudou-se a possibilidade de utilizar um resistor para a geração de calor. A hipótese tornou-se viável, visto que ele cumpriria o desejado e poderia ser utilizado junto com o microcontrolador. Além desta variável, espera-se realizar o controle de umidade. De acordo com Palitó (2019), a utilização de cerâmicas piezoelétricas tem sido amplamente explorada em estudos científicos, frequentemente utilizadas como sensores ou atuadores, tornando-as adequadas para diversas aplicações. No estudo supracitado, realizado por Palitó (2019), o piezoelétrico foi utilizado para a geração de ondas acústicas. A partir de tal informação, estudou-se a possibilidade de utilizar um piezoelétrico, junto a um reservatório de água, para a realização do controle de umidade.

Para o microcontrolador, testou-se a possibilidade de utilizar o Arduino e o ESP32. Para a criação do supervisor, foi escolhido a plataforma Arduino IoT Cloud, devido a sua facilidade de integração com o microcontrolador. Portanto, devido a necessidade de criar a conexão entre o microcontrolador e a plataforma do supervisor, através de Wi-Fi, avaliou-se o uso do ESP32 ao Arduino, que, conforme descreve Babuich, Folynek e Smutny (2019), é um microcontrolador poderoso que possui conexão com Wi-Fi, Bluetooth e uma variedade de periféricos.

TRABALHOS RELACIONADOS

De acordo com Zermani, Mani e Feki (2011), é possível, através de um umidificador baseado em um nebulizador ultrassônico, fazer a umidificação de uma incubadora para recém-nascidos.

Neste artigo, foi realizado um estudo comparativo entre PID (Controle Proporcional Integral Derivativo) e MPC (Controle Preditivo Baseado em Modelo), otimizados utilizando algoritmos genético, utilizando o MATLAB para o desenvolvimento de tais algoritmos. Por fim, foi constatado que utilizar os algoritmos genéticos para otimizar o MPC trouxe resultados mais adequados em relação ao PID.





Ademais, os mesmos autores também desenvolveram estudos aplicando estratégias de controle para umidade e temperatura para uma incubadora neonatal, utilizando sistema *TITO*. Para tal estudo, segundo Zermani, Mani e Feki (2012), o estudo ocorreu considerando a matriz da função de transferência, que desacopla o sistema *TITO* em quatro loops independentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do referido projeto, após a realização dos estudos preliminares e revisão bibliográfica, atrelado ao conhecimento teórico obtido durante o curso de graduação, determinou-se os seguintes componentes, dispostos na Tabela 1.

Quando a custos para produção, a Tabela 1 também apresenta os valores referentes a cada um dos componentes, bem como o valor total para a execução do referido projeto.

Para o desenvolvimento, todos os componentes foram projetados para que os parâmetros desejados, sendo estes o controle da temperatura e da umidade, pudessem ser atingidos. Para isso, a montagem deveria ser realizada conforme o esquema representado pela Figura 2.

O sistema a ser montado é conhecido como *TITO*, onde existem duas entradas e duas saídas. Neste caso, utiliza-se os sensores de temperatura e umidade como entradas e o Resistor e o Cooler Ventilador como as duas saídas. O microcontrolador ESP32 é o responsável por fazer o controle das variáveis dentro do ambiente controlado, de acordo com o especificado pela programação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o referido estudo, obteve-se os resultados esperados no funcionamento da planta didática. Na etapa de estudos, onde ainda não se tinha desenvolvido um protótipo do projeto, hipóteses foram criadas para que a melhor opção pudesse ser atingida. O controle da variável umidade, inicialmente, seria feito com a variação do piezoelétrico, porém, com o avanço dos estudos, avaliou-se que a melhor forma seria variar o cooler ventilador. Ainda, nos estudos iniciais, observou-se que apenas um resistor não seria o suficiente para que o ambiente fosse aquecido de forma



considerável. Com isso, foi adicionado mais um resistor, onde, em testes iniciais, atingiu a temperatura de 54,5°C.

Tabela 1 – Materiais utilizados no projeto.

Material	Quantidade	Valor total do item	Descrição
Placa ESP32 Wroom Devkit	01	R\$ 43,11	Plataforma que permite o desenvolvimento de projetos eletrônicos.
Protoboard	01	R\$ 12,99	Ferramenta que permite conectar diversos componentes eletrônicos.
Sensor DHT22	01	R\$ 35,15	Sensor de temperatura e umidade.
Resistor 44Ω – 10W	02	R\$ 42,00	Resistor utilizado para esquentar o ambiente controlado.
Kit mini umidificador de ar	01	R\$ 25,54	Componente responsável pela geração de névoa para o controle de umidade.
Ponte H	02	R\$ 48,70	Componente utilizado para inverter polaridade de uma carga sem uma fonte simétrica.
Conversor CC-CC	02	R\$ 46,58	Componente que converte tensão ou corrente contínua de determinada amplitude para outra amplitude.
Cooler Ventilador 80mm	01	R\$ 11,90	Responsável por fazer o controle da quantidade de névoa que irá adentrar o ambiente controlado.
Caixa de isopor 5 litros	02	R\$ 39,80	Local onde será montado o ambiente controlado.
Fonte Chaveada 5A 60W 12V	01	R\$ 25,49	Fonte chaveada para estabilização da alimentação eletrônica, realizando o controle da corrente para estabilização da tensão.
Suporte MDF 800 x 400 x 20mm	01	R\$ 34,90	Suporte para todo o projeto após sua montagem.
Cabos e fios de ligação	-	R\$ 33,05	Ligação dos componentes para seu funcionamento.
Valor total		R\$ 399,21	

Fonte: (Autores, 2023)

Para realizar o controle e monitoramento do projeto, cria-se o supervisor, utilizando a plataforma Arduino IoT Cloud. A tela do mesmo pode ser conferida na Figura 3.

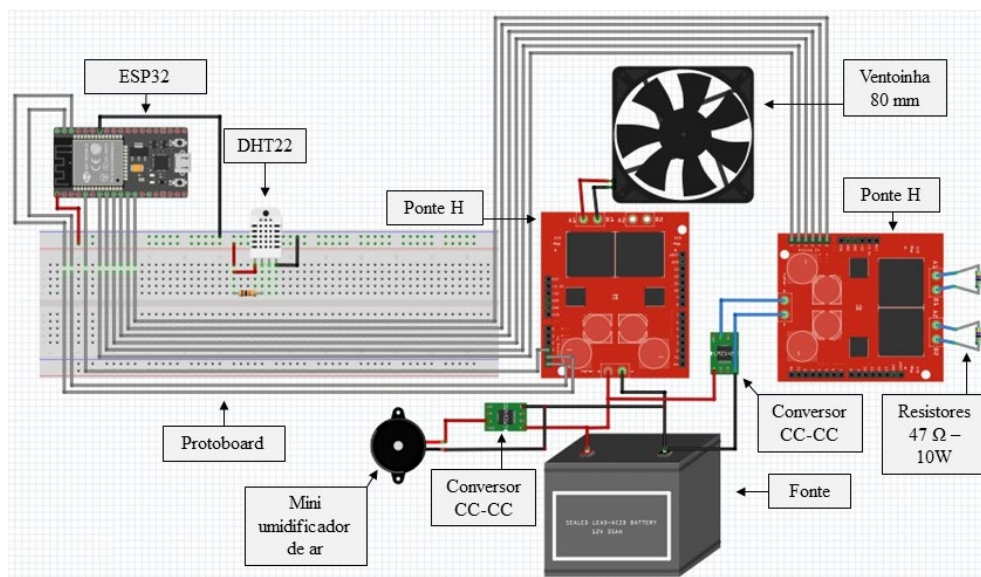


Após a montagem, a planta didática ficou da seguinte maneira, conforme mostrado na Figura 6, onde todos os componentes foram conectados e estão prontos para o funcionamento após o acionamento da fonte de tensão.

No que diz respeito a parte de controle das variáveis, os resultados obtidos foram satisfatórios. O controle feito utilizando o supervisor supramencionado demonstrou eficiência no que se propôs, atingindo os valores de temperatura e umidade que foram inseridos. Para determinadas temperaturas, fez-se necessário uma espera de cerca de dez minutos para que a variável atinja o valor desejado. Já em relação a umidade, os valores são atingidos de forma mais rápida, levando, em média, cinco minutos.

Ademais, entende-se a necessidade de deslocamento do projeto. Portanto, avaliou-se sua mobilidade, e constatou-se que, devido à quantidade de componentes e suas partes estruturais, é de fácil locomoção e alimentação, já que sua fonte pode ser ligada em tomadas comuns de 127V.

Figura 1 – Circuito do projeto.



Fonte: (Autores, 2023)



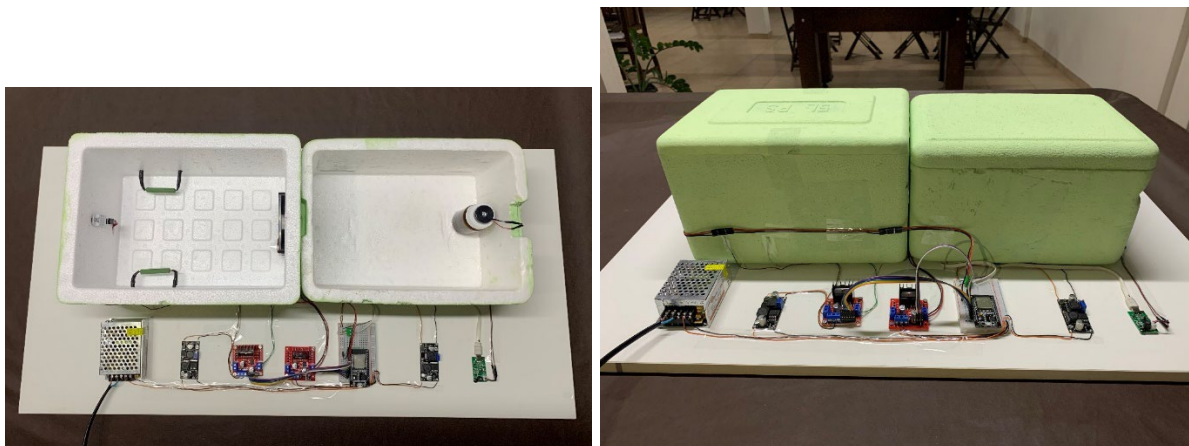
Figura 2 – Tela do supervisório.



Fonte: (Autores, 2023)

Por fim, o projeto atingiu os objetivos iniciais, mostrando-se eficiente para realização do controle de temperatura e umidade, além de fácil locomoção para ser utilizado durante as aulas de controle.

Figura 3 – Componentes do protótipo da planta didática.



Fonte: (Autores, 2023)

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o projeto em questão demonstrou ser viável e promissor. Os custos para a criação completa da planta didática foram apurados em R\$399,21 (Trezentos e noventa e nove reais e vinte e um



centavos), necessitando de um prazo de aproximadamente dois meses para a montagem e programação de maneira integral. Conclui-se, então, que os resultados obtidos no projeto estão de acordo com o esperado. Foi possível realizar o controle de temperatura e umidade conforme desejado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Aloano Pereira pelo suporte e orientação durante toda a realização do projeto. I.P. Rodrigues também agradece à CAPES pelo apoio financeiro (Processo No. 88882.444522/2019-01) durante o doutorado.

REFERÊNCIAS

BABUICH, M.; FOLTYNEK, P.; SMUTNY, P. **Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing**. VSB – Technical University of Ostrava. Czech Republic, 2019.

JINHUA, Z.; JIAN, Z.; HAIFENG, D.; SUNAN, W. **Self-organizing genetic algorithm based tuning of PID controllers**. Information Sciences. China, 2009.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 6ª edição. São Paulo, 2008.

PALITÓ, T. T. C. **Metodologia acústica para análise de óleo de transformador por sensores piezoelétricos**. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos / SP, 2019.

PRESTES, E.; RODRIGUES, L. M. **Levantamento sobre a importância de aulas práticas para o ensino superior de engenharia**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Vol. 8, Nº 1. Bagé / RS, 2020.

ZERMANI, M. A.; FEKI, E.; MAMI, A. **Application of Genetic Algorithms in identification and control of a new system humidification inside a newborn incubator**. Túnis, Tunísia, 2011.

ZERMANI, M. A.; FEKI, E.; MAMI, A. **Multivariable Control Applied to Temperature and Humidity Case Study: Neonate incubator**. 20th Mediterranean Conference on Control & Automation (MED). Barcelona / Espanha, 2012.