



II SIMCOMPI

II SIMPÓSIO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ

Regulador de Fluxo Diafragma-Íris para Aplicação em uma Planta Didática de Levitação a Ar

João Marcos V. A. M. Silva; Douglas de Araújo França (Acadêmicos do Curso de Engenharia Elétrica UFPI)

Otacílio da Mota Almeida (Orientador)

Email: joaomarcossbj@ufpi.edu.br, douglasfranca@ufpi.edu.br, otacilio@ufpi.edu.br

Introdução

A engenharia necessita de experimentos práticos na formação de engenheiros, sendo essencial o estudo e prática em sistemas protótipos com problemas dinâmicos para modelagem e adequação matemática, garantindo a capacidade teórica e prática de tomada de decisões (Chacon et al., 2017). Nos cursos de engenharia elétrica, especialmente em controle e automação de sistemas dinâmicos, a experimentação conecta teoria e prática, e a construção de uma planta didática assegura essa conexão. A adição de uma planta de levitação a ar inspirada nos estudos de Chodowicz e Orłowski (2017) e Chacon et al. (2017), junto a um inédito regulador de fluxo para o Laboratório de Controle Digital da Universidade Federal do Piauí traz consigo uma abordagem diferente das empregadas no laboratório.

Túnel de Levitação com Íris

O funcionamento fluido e eficiente da planta depende da integração harmoniosa de seus componentes essenciais. A Figura 1 apresenta as parcelas fundamentais da planta, as quais são constituídas por um tubo cilíndrico de acrílico e a ventoinha. Na perspectiva eletrônica, é aplicado um microcontrolador em conjunto com placas e sensores. Desse modo, têm-se o WeMos D1 R32 responsável por todo o controle e comunicação com o computador e demais elementos da planta. Para velocidade da ventoinha, utiliza-se a ponte H L298, para medida a altura o sensor laser VL53L0X.



Figura 1: a) Modelo 3D da Planta de Levitação a Ar com Íris. b) Foto da planta real.

Uma adição discutida nesse artigo é um regulador de fluxo de ar inspirado no mecanismo diafragma-íris, como pode ser observado na Figura 2. A íris, assim referida nesse artigo, é regulada por um motor de passo Nema 17 no qual é controlado por um ESP32-WROOM-32 e ajustada pelo driver DRV8825. A fim de identificar a posição inicial da íris, utiliza-se um sensor de fim de percurso TCRT5000.

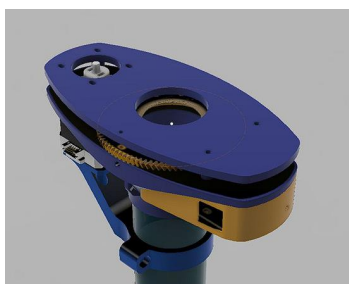


Figura 2: Regulador de fluxo por diafragma-íris.

A estratégia de comunicação adotada utiliza o módulo ESP32-WROOM-32 para comunicação wireless baseada no protocolo ESP-NOW e todo o esquema de comunicação e detalhe do funcionamento de como as placas e sensores se comunicam podem ser observadas na Figura 3.

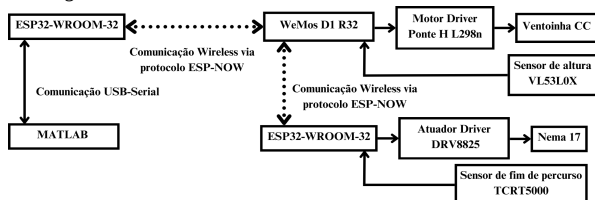


Figura 3: Esquema de comunicação do levitador a ar com regulador de fluxo.

Resultados e discussão

A adição do regulador de fluxo resultada na possibilidade de explorar diferentes configurações do túnel – como a cônica apresentada na Figura 4 – uma vez que o fluxo de ar pode ser alterado conforme o objeto é levitado trazendo uma nova dinâmica para a planta de controle.

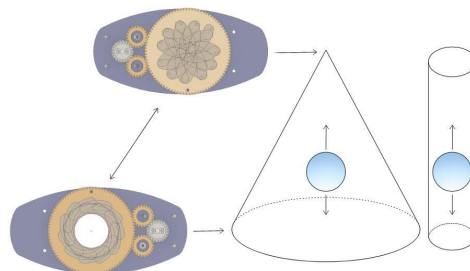


Figura 4: Ilustração da configuração do túnel em cone.

É possível também controlar a altura do objeto levitado somente pela íris ao fixar o valor de PWM da ventoinha e aplicar algoritmos de controle na íris. Desse modo, foi aplicado um PID clássico pelo método frequencial de Ziegler e Nichols (1942) e um controlador preditivo baseado em modelo, o Controlador Preditivo Generalizado (GPC) abordado por Camacho e Bordons (2004). Os resultados comparativos para os dois controladores atuando diretamente no regulador de fluxo pode ser observado na Figura 5 abaixo.

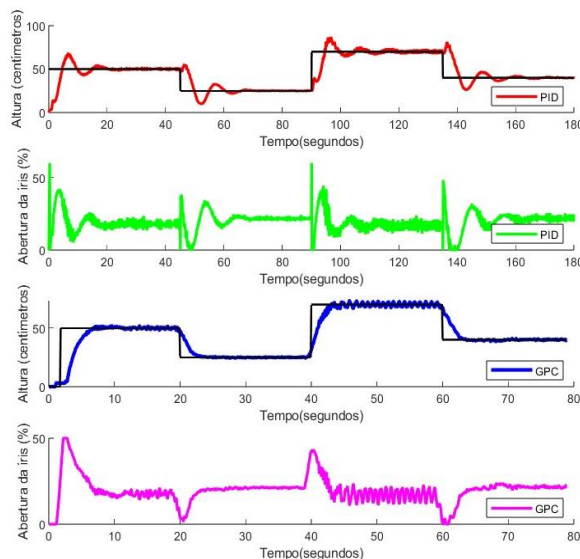


Figura 4: Saídas e variáveis de controle para quatro patamares dos controladores PID e GPC.

Conclusão

A exploração de novas tecnologias aplicadas ao controle de sistemas industriais possibilita a eficácia e aplicabilidade de técnicas de controle clássicas e avançadas em um modelo didático. Destaca-se a construção de um modelo educacional de baixo custo, sendo necessário aplicar novos métodos e tecnologias e melhorando a sua eficiência e reprodutibilidade.

Agradecimentos

É de imensa gratidão o apoio do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Elétrica, aos membros Grupo de Automação e Sistemas Inteligentes – GRASI e à orientação do prof. Dr. Otacílio da Mota Almeida.

Referências

- CAMACHO, Eduardo F. et al. Constrained model predictive control. **Springer London**, 2007.
- CHODOWICZ, Ewelina; ORŁOWSKI, Przemysław. Low-cost air levitation laboratory stand using MATLAB/Simulink and Arduino. **Pomiary Automatyka Robotyka**, v. 21, 2017.
- CHACON, Jesus et al. Design of a low-cost air levitation system for teaching control engineering. **Sensors**, v. 17, n. 10, p. 2321, 2017.
- ZIEGLER, J. G.; NICHOLS, N. B. Optimum settings for automatic controllers. **Journal of Fluids Engineering**, v. 64, p. 759–765, 11 1942.

