

Tópicos Especiais em Controle - Descrição do projeto

Projeto de controle PID em malha fechada, para um sistema SISO, com filtro no termo derivativo e *anti-windup* no termo integral.

Mateus Yamada Müller - 1987623

12/09/2023

1. Proposta

Controle de altura de uma bola em um tubo vertical, na sua base estará instalada uma ventoinha e no topo um sensor ultrassônico. Uma ilustração da possível disposição dos componentes mecânicos é apresentada pela Figura 1.

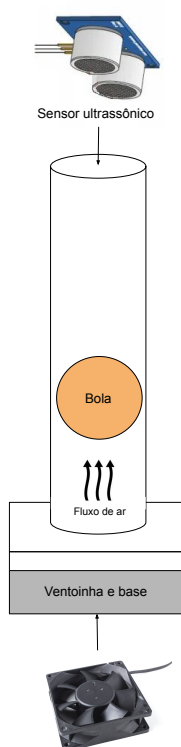


Figura 1: Componentes mecânicos do projeto proposto. **Fonte: Autoria própria.**

2. Estratégia de controle

O sensor dispara um pulso ultrassônico registrando a altura da bola em relação ao topo. Este valor é subtraído da altura total do tubo, indicando a altura atual da bola em relação à base. Em seguida, realimentado e subtraído do *setpoint*, que neste caso é a altura desejada que a bola deve atingir e manter. Essa diferença, ou erro, serve de entrada para o PID. Dados os ganhos necessários para cada termo (proporcional, integral e derivativo), a saída do controlador irá definir a velocidade de rotação da ventoinha, que por sua vez irá controlar a altura da bola. Por exemplo, caso a bola esteja muito abaixo do *setpoint*, a ventoinha será controlada para girar mais rápido. Por requisito de projeto, será implementado um filtro no termo derivativo e um *anti-windup* no integral. O primeiro

no objetivo de filtrar frequências altas, enquanto o segundo para evitar saturação. Um diagrama de controle básico é apresentado na Figura 2.

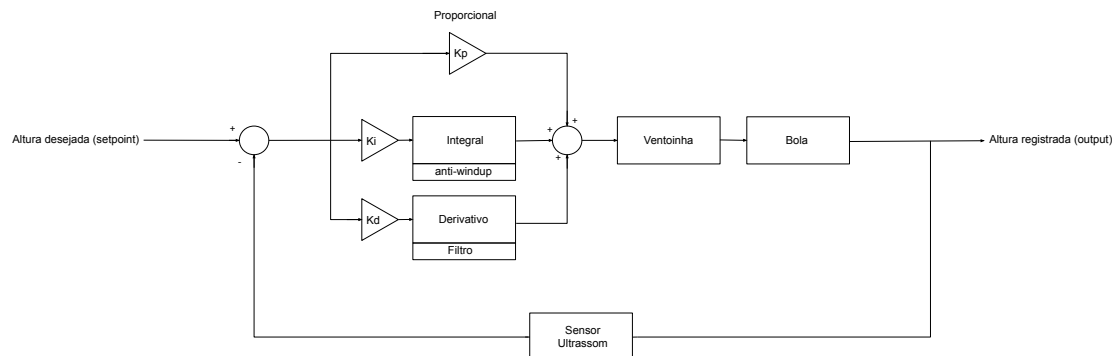


Figura 2: Diagrama básico de controle. O valor medido para altura da bola é subtraído da altura desejada, este erro então serve de entrada para o controlador PID que irá controlar a velocidade da ventoinha. **Fonte: Autoria própria.**

3. Necessidades elétricas/eletrônicas

Para controle da velocidade da ventoinha, será preciso o desenvolvimento de um circuito próprio. O trabalho apresentado em [1] propõe um circuito composto por um transistor para realizar o controle de velocidade, já [2] propõe um controle *on-off*. Independente da configuração, ambas serão consideradas como candidatas, o controle de atuação da ventoinha é feito por *Pulse Width Modulation* (PWM). O controlador PID será implementado pelo conjunto Arduino/MATLAB a partir do pacote *MATLAB Support Package for Arduino*. Por último, a escolha do sensor ultrassônico deverá levar em consideração o tamanho do tubo e uma resolução que "capte" bem as alterações de altura.

4. Necessidades Mecânicas

Conforme apresentado na Seção 1, serão necessários alguns componentes mecânicos: uma bola, um tubo vertical transparente, uma ventoinha (suficiente para "vencer" a gravidade e levantar a bola) e uma estrutura de base que garanta bom fluxo de ar.

Referências

1. G. Masciocchi, A. M. Seyed e S. Šušnjar. *Air Flow Ball Levitation and Light Controller*. Project for the course Computer Systems for Engineering Physics. URL: <https://github.com/giovannimasciocchi/AirFlowBallLevitationAndLightController.pdf> (acedido em 12/09/2023), 2018.
2. K. Zender, C. Blankenship, T. J. Bethke e N. A. Rawashdeh. «Design of a Portable Levitating Ball PID Control Trainer System and Curriculum for Electrical Engineering Technology Students». Em: *Proceedings of the ASEE Annual Conference*, 2021.