

SISTEMA DE CONTROLE DE NÍVEL DE DOIS TANQUES UTILIZANDO O ARDUINO E A LINGUAGEM PYTHON.

Marlon Augusto Goulart (PIC/UEM), Jair Guilherme Certório (Autor), Camila de Brito Miranda Faia (Orientador), Cid Marcos Gonçalves Andrade (Coorientador), e-mail: ra84183@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharias/ Engenharia Elétrica

Palavras-chave: controle retroativo, processamento de dados, Arduino

Resumo:

Este trabalho apresenta aspectos relacionados à implementação de um sistema de controle PI (proporcional e integral), por meio de código em computador e interfaceamento com a planta por intermédio de um Arduino. Buscou-se realizar o controle de nível de uma planta composta por um sistema de dois tanques, conectados em série e sem interação, com um processo de detecção de nível desenvolvido por meio de sensores de pressão e utilizando-se uma bomba de água como atuador. Procurou-se reformular códigos na linguagem C, originalmente desenvolvidos com base em um dispositivo DAQ (*Data Acquisition*), buscando-se a substituição de tal aparelho pelo Arduino e a programação de códigos que suportassem tal mudança e também permitissem a análise do processo de controle por meio de interação com software projetado na linguagem Python. A partir de simulações, testes e estudos dos casos propostos, obtiveram-se resultados teóricos, embasados nas literaturas que suportam cada área do desenvolvimento.

Introdução

O controle de sistemas é um ramo da engenharia de demasiada importância, tendo em vista a necessidade em sociedade de realizarem-se processos que tenham autonomia e atendam a requisitos específicos. Em sua base, o controle de um sistema objetiva levar as saídas do mesmo a resultados desejados, utilizando-se uma ou mais entradas para ditar o tipo de atuações que precisam ser realizadas sobre a planta para que critérios, tão próximo dos ideais quanto possível, possam ser atingidos (NISE, 2013).

Para que haja uma interação entre a planta, o sistema de processamento e o algoritmo de controle, torna-se necessária a utilização de um dispositivo que conecte o conjunto de componentes que permitem a avaliação do estado do sistema e os elementos que atuam diretamente na planta. Há uma série de opções de dispositivos para esta função de interfaceamento,

podendo-se utilizar uma placa de aquisição de dados (DAQ) ou alguma unidade microcontroladora (CERTÓRIO, 2017). No entanto, a placa DAQ pode trazer certas dificuldades para um projeto com enfoques didáticos, considerando-se a menor disponibilidade, custo mais elevado e usabilidade mais restrita e específica que outros dispositivos. Já o Arduino se apresenta como uma excelente opção, pois possui disponibilidade e praticidade de uso e tem grande foco em servir a propósitos educacionais, (SILVA; CHOQUE, 2016).

É de suma importância a realização de práticas experimentais para o completo entendimento da área de controle de sistemas, visto que tais experimentos propiciam uma grande melhoria na fixação de conteúdos e, também, possuem a capacidade de ilustrar aplicações do mundo real nos estudos desenvolvidos. Porém, em muitas universidades, a disciplina de controle acaba precisando se voltar à simulação computacional como suporte aos estudos teóricos, por conta de vários fatores que dificultam a implantação de equipamentos voltados às práticas laboratoriais das mesmas, como custos de aquisição e manutenção dos equipamentos (QUEIROZ *et al.*, 2010).

Assim, combinando o Arduino à escolha de uma linguagem de programação que apresente uma maior facilidade de compreensão e possua uma ampla gama de bibliotecas e recursos que tragam funcionalidades úteis ao ambiente acadêmico, pode-se desenvolver oportunidades para práticas laboratoriais em áreas que apresentam dificuldades.

Neste projeto, se objetivou aprimorar a planta de controle de nível de Certório (2017), com modificações voltadas à implantação da mesma para estudos práticos em meio educacional, com a implementação de componentes adequados. Para o interfaceamento, a substituição de uma DAQ por um Arduino e, para o desenvolvimento da codificação do controlador e de um sistema para análise dos dados, o uso da linguagem Python.

Materiais e métodos

Inicialmente, estudou-se o funcionamento e características do dispositivo DAQ do modelo USB DUX, originalmente utilizado para a coleta de dados na planta. Ainda relativo aos componentes físicos do sistema, buscou-se compreender o funcionamento da planta, composta por dois tanques acoplados em série, com uma bomba de água como atuador e sensores de pressão (modelo XGZP040DB1R) para a detecção de nível.

Também se estudou sobre os princípios da linguagem de programação Python, assim como suas principais bibliotecas e ferramentas relacionadas ao tratamento de dados e operações matemáticas, como os pacotes NumPy, SciPy e Matplotlib. Além disso, elementos fundamentais do Arduino foram analisados, especificamente, utilizando-se um modelo Mega 2560, assim como ferramentas de simulação, como a plataforma Autodesk Tinkercad.

Finalmente, foram realizados testes e experimentos relativos a partes elementares do projeto em si, como com o sensor de pressão e o trabalho com sinais PWM. Além de experimentos preliminares para a codificação e implementação de controladores via Arduino.

Resultados e Discussão

Um dos elementos importantes no projeto é o equipamento de interfaceamento, que originalmente havia sido desenvolvido a partir de uma placa DAQ. Para a substituição da mesma por um Arduino, foram avaliadas as limitações de atuação do aparelho, considerando-se os requerimentos do projeto, como a tensão e a corrente exigidas por certos componentes e o número de entradas e de saídas necessário.

Outro elemento do sistema é um componente atuador, que possa realizar interações com a planta, de modo a se adequar o comportamento da mesma, para que se atendam aos parâmetros desejados. Neste projeto, uma bomba de água ocupa essa função, e verificou-se que a mesma, que possuía uma corrente de acionamento superior à fornecida pela placa de aquisição de dados, também espelhava esse impasse para trabalhar com o Arduino. O modelo Mega 2560 possui uma corrente máxima de entrada ou saída de 20mA, e a bomba exigia uma corrente entre 7 a 25 vezes superior a estes níveis, dependendo da faixa de atuação da potência do motor para os distintos valores de vazão disponíveis. Algumas opções preliminares foram levantadas quanto a necessidade de implantação de um circuito de condicionamento para os sinais trabalhados, pensando em minimizar as perdas de potência que se acarretam desses processos. Entretanto, não foi possível chegar em uma implementação específica, devido as dificuldades na realização desta e outras partes físicas e práticas do projeto com o período pandêmico vivenciado.

Outro pilar para o projeto de um sistema de controle são os sensores, que captam sinais do sistema e permitem a monitoração de grandezas físicas vitais para o processo. Neste caso particular, a planta apresenta sensores que são utilizados para se transmitirem valores de pressão no nível 0 das colunas de água dos dois tanques, de modo hidrostático, por meio de mangueiras que ligam os sensores aos pontos correspondentes no fundo desses tanques. Partindo-se das relações hidrostáticas que regimentam a pressão em volumes de fluidos em repouso, e da proporção direta entre tais volumes e os níveis de altura dos líquidos presentes nos recipientes, são estabelecidos os equacionamentos necessários para a obtenção dos níveis em um determinado instante (ÇENGEL; CIMBALA, 2006). Estes foram mapeados para implementação no código a ser utilizado com o sistema de processamento, e interfaceados por meio do Arduino, especificamente para o fornecimento do sinal de retroalimentação a ser comparado a referência desejada.

A linguagem Python se mostrou como reveladora para a função de processamento de dados, principalmente por conta dos pacotes voltados a

tal assunto que a mesma possui. Partes modulares das codificações originais, desenvolvidas na linguagem C anteriormente, foram estruturadas para o projeto utilizando a linguagem Python. Entretanto, considerando-se a grande necessidade de atividades experimentais para a verificação e o aperfeiçoamento destas codificações, acarretou no impedimento do desenvolvimento final do projeto.

Conclusões

Uma grande parte do trabalho foi dedicada a estudos, testes e revisões bibliográficas que auxiliassem no desenvolvimento e compreensão das temáticas do projeto. Grandes dificuldades foram enfrentadas com relação às implementações práticas dos estudos desenvolvidos, em consequência dos efeitos da pandemia que se enfrenta, e os diversos elementos que ela impacta. Contudo, foi possível avaliar a importância que a escolha de componentes que tenham maior alcance, simplicidade e disponibilidade pode propiciar para um projeto voltado para o meio acadêmico e didático.

O Arduino se mostrou como um elemento versátil e cheio de possibilidades, com tantos módulos próprios que permitem o estudo de diferentes sistemas e fenômenos de modo prático e relativamente simples. De modo semelhante, a linguagem Python caracterizou-se como uma ótima escolha para a proposta deste projeto, considerando-se a grande gama de bibliotecas que a mesma possui para a análise de dados, e sua sintaxe incrivelmente intuitiva quando comparada às outras linguagens.

Agradecimentos

Os autores agradecem a oportunidade de realização desta pesquisa e aos estudos que deram suporte ao seu desenvolvimento.

Referências

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications**. New York: McGraw-Hill, 2006.

CERTÓRIO, J. G. **Construção, modelagem e controle de nível de um sistema de dois tanques**. 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2017.

NISE, N. S.; MATSUURA, J. P., tradução e revisão técnica. **Engenharia de sistemas de controle**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

QUEIROZ, F. P.; FREITAS, L. P. D.; GAMA, V. A.; GOMES, F. J. Desenvolvimento de uma plataforma HILS para educação em controle de processos baseada em FOSS. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Automática**, Setembro 2010.



SILVA, W. L.; CHOQUE, N. S. Desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados usando a placa Arduino Uno e o software NI-LabVIEW. **Artigo publicado na Revista Desafios.** v. 03, n. Especial, 2016 (Suplemento).