



## Projeto de controle *on-off* de nível em uma bancada didática usando Arduino

Mariana dos S. M. Amaral<sup>1</sup>; Rejane Barbosa Santos<sup>2</sup>; Olímpio Gomes da Silva Neto<sup>3</sup>

### RESUMO

Aliada à grande versatilidade da plataforma Arduino, há uma grande necessidade de se controlar sistemas e processos físicos, já que os sistemas químicos estão sempre sujeitos as perturbações, ou seja, distúrbios no processo. Os processos em malha fechada possuem a vantagem de manter o valor de uma variável controlada o mais próximo do valor de *setpoint* de maneira automatizada, sem a necessidade da atuação de um operador em campo para este fim. Além disso, possuem um alto índice de confiabilidade garantindo maior segurança ao processo. O controle de nível em tanques de processos químicos é necessário devido as possíveis perturbações nas vazões volumétricas de entrada e saída, podendo, por exemplo, transbordar se o sistema não possuir o devido controle. Sendo assim, o presente projeto teve como objetivo implementar um controle de nível, do tipo *on-off*, no kit didático presente no Laboratório de Engenharia Química do IFSULDEMINAS.

**Palavras-chave:** Programação; Sensores; Controle de Processos.

### 1. INTRODUÇÃO

No meio industrial, os sistemas de controle de processos ocupam um papel fundamental em diversos setores e segmentos, trazendo uma grande precisão e exatidão, características essenciais para alta produtividade do sistema (PINTO, 2016). Conforme citado por Costa (2010) a automação e controle de processos torna-se essencial para a manutenção da uniformidade da produção, condições de operação, segurança do processo e também para a sustentabilidade de processos instáveis, sabendo que a implementação do controle é impraticável sem a presença de uma malha de controle.

O sistema bem controlado implica na melhoria da eficiência dos equipamentos que o compõe, na diminuição de resíduos do processo e no aumento de sua segurança, além da redução de custos de operação de equipamentos e manutenção mecânica. Sendo assim, o presente trabalho, relato de pesquisa concluída, tem como objetivo a implementação do controle de nível do tipo *on-off* em uma bancada didática presente no Laboratório de Engenharia Química do IFSULDEMINAS.

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desenvolver e implementar controle de processos é uma técnica de manter variáveis de um processo, como pressão e nível, por exemplo, em valores determinados a partir de uma referência. Alguns trabalhos na área de controle de processos foram desenvolvidos utilizando a plataforma

<sup>1</sup>Mariana dos S. Mendes Amaral PIBIC/CNPq, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: mariana.mendes@alunos.ifsuldeminas.com.

<sup>2</sup>Rejane Barbosa Santos, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: rejane.santos@ifsuldeminas.edu.br.

<sup>3</sup>Olímpio Gomes da Silva Neto, IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre. E-mail: olimpio.neto@ifsuldeminas.edu.br.

Arduino, conforme demonstrado por Ribeiro *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2014), por exemplo, a qual apresenta a eficiência e o custo benefício associado.

Além disso, Santos *et al.* (2014) descreveu em seu trabalho a construção de kit didático de baixo custo, com reservatórios de água para o projeto de um controlador a partir do software Matlab e o Arduino Uno. Sendo assim, a partir dos resultados obtidos pelos autores, percebe-se que a utilização da plataforma Arduino é muito atrativa em termos econômicos, de fácil implementação e pode abranger um sistema de controle de nível seja em escala piloto quanto industrial.

Segundo Leite (2019), pode ser implementado em um sistema os seguintes controladores: controle on-off, proporcional (P), proporcional integral (PI) e proporcional integral derivativo (PID), sabendo que o controle on-off, conhecido também como liga/desliga, apresenta um funcionamento mais simples e de menor custo de aquisição que os demais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de um relato de pesquisa concluída, a qual possui como material a presença de uma bancada didática composta por três tanques, duas válvulas, dois sensores nível e duas bombas, representado na Figura 1, juntamente com o microcontrolador Arduino Uno apresentado na Figura 2, disponíveis no Laboratório de Engenharia Química do IFSULDEMINAS.

Figura 1 – Bancada didática.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 2 – Microcontrolador Arduino Uno.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Primeiramente, foi realizado um levantamento bibliográfico para elaboração e implementação do controlador. Em seguida, foi desenvolvida a programação da bancada didática, ou seja, as ligações das bombas e sensores, através do *software* Arduino, o qual, posteriormente, realizou-se os testes de funcionamento da programação com o controlador Arduino Uno.

Por fim, após a verificação e validação dos componentes responsáveis pelo funcionamento do kit didático presente no laboratório, desenvolveu-se a programação de implementação do controle de

nível do tipo *on-off* na bancada, de modo que as bombas fossem acionadas pelo microcontrolador após a leitura de nível dos tanques com valores inferiores ao valor de referência pré-determinados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, no início do projeto analisou-se o estado em que o kit didático se encontrava, que a bancadas não apresentava um dado funcionamento através da programação desenvolvida pelo fabricante. Portanto, tornou-se necessário o desenvolvimento de uma nova lógica de programação preliminar para o microcontrolador Arduino em linguagem C, a qual obteve-se o bom funcionamento das bombas da bancada e leituras dos sensores.

A seguir, observou-se os parâmetros mínimos e máximos registrados pela bancada através da análise do processo sem controle. Logo observou-se que as vazões para o tanque 1 e 2 apresentavam diferenças, de modo que o tanque 2 registrava sempre um nível mais alto que o tanque 1, sabendo que o determinado resultado pode ser compreendido pelo funcionamento das bombas e vazões divergentes fornecidas aos tanques.

Deste modo, conhecendo as limitações do processo desenvolveu-se a implementação do controle *on/off*, a qual a variável de controle, o nível em ambos os tanques, fossem controlados pelo acionamento ou não dos atuadores, as respectivas bombas. Para isso, aprimorou-se a linguagem de programação desenvolvida para implementação deste controle, adotando um limite desejado para ambos os níveis, conforme demonstrado pela Figura 3.

Figura 3 – Lógica de programação da bancada didática com controle *on/off*.

```
void setup(){
  //pinMode(SN1, INPUT);
  //pinMode(SN2, INPUT);
  pinMode(10, OUTPUT); //Enable BOMBA 2
  pinMode(11, OUTPUT); //BOMBA 1
  pinMode(12, OUTPUT); //BOMBA 1
  pinMode(5, OUTPUT); //Enable BOMBA 1
  pinMode(6, OUTPUT); //BOMBA 2
  pinMode(7, OUTPUT); //BOMBA 2
  pinMode(0, INPUT); //SENSOR 1
  pinMode(1, INPUT); //SENSOR 2
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  digitalWrite(5,HIGH);
  digitalWrite(10,HIGH);
  int SN1 = analogRead(0);
  int SN2 = analogRead(1);
  Serial.print("Sensor 1:");
  Serial.println(SN1);
  Serial.print("Sensor 2:");
  Serial.println(SN2);
  delay(500);
}

if (SN2 >= 500){
  digitalWrite(6,LOW);
  digitalWrite(7,LOW);
}
else {
  digitalWrite(6,HIGH);
  digitalWrite(7,HIGH);
}
if (SN1 >= 500){
  digitalWrite(11,LOW);
  digitalWrite(12,LOW);
}
else {
  digitalWrite(11,HIGH);
  digitalWrite(12,HIGH);
}
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Pode-se observar que as variáveis foram divididas conforme o tanque em que os elementos operam, por exemplo, bomba 1 e sensor 1 são elemento interligados a um tanque denominado como 1 e a mesma lógica acompanha o tanque 2, conforme citados nos comentários da programação. Deste modo, com a dada programação desenvolvida pode-se controlar o nível da bancada apenas com o

acionamento ou não das bombas, ou seja, se o nível apresenta um valor maior ou igual ao *setpoint* a bomba do respectivo tanque deve ser deligada até que nível seja inferior ao desejado.

## 5. CONCLUSÃO

Mediante o resultado obtido, observa-se que bancada didática presente no Laboratório de Engenharia Química do IFSULDEMINAS, após os devidos testes, apresentou-se apta para o desenvolvimento das demais etapas. Todavia, com a programação desenvolvida na bancada, tornou-se possível realizar a implementação do controle de nível *on/off*, demonstrando que os demais controladores P, PI e PID podem ser desenvolvidos pelos futuros pesquisadores.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre e a FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

COSTA, T. V. da. **Controle preditivo baseado em rede de modelos lineares locais aplicado a um reator de neutralização**. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, 2010.

FRANCO, I.C.; SANTOS, C. F. dos; LEONARDI, F.; AGUIAR, R.A.; MENESES, M.R. *Development of a supervisory system using matlab/simulink for a didactic level control plant via arduino*. The Journal of Engineering and Exact Sciences, V. 07, N. 03, 2021.

LEITE, J. C. S. **Controle de temperatura em tanque através de arduino baseado no controle on/off**. IV SIMPÓSIO PARANAENSE DE MODELAGEM, SIMULAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS, 2019, Curitiba, V. 1, P. 136-141. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Joao-Leite-43/publication/340697387\\_ECONTROLE\\_DE\\_TEMPERATURA\\_EM\\_TANQUE\\_ATRAVES\\_DE\\_ARDUINO\\_BASEADO\\_NO\\_CONTROLE\\_ONOFF/links/62cf325be2a50139890478bb/ECONTROLE-DE-TEMPERATURA-EM-TANQUE-ATRAVES-DE-ARDUINO-BASEADO-NO-CONTROLE-ON-OFF.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Leite-43/publication/340697387_ECONTROLE_DE_TEMPERATURA_EM_TANQUE_ATRAVES_DE_ARDUINO_BASEADO_NO_CONTROLE_ONOFF/links/62cf325be2a50139890478bb/ECONTROLE-DE-TEMPERATURA-EM-TANQUE-ATRAVES-DE-ARDUINO-BASEADO-NO-CONTROLE-ON-OFF.pdf). Acesso em: 01 ago. 2023.

PINTO, I. F. **Controle de nível em um sistema de tanques usando visão computacional**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

RIBEIRO, J. M., SANTOS, E.C. B. F., OLIVEIRA, G.R., MIRANDA, R.A., RESENDE, T. F. **Sistema de monitoramento e controle de processo de distribuição de água, usando Arduino e protocolo GSM**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

SANTOS, C.M.M. dos; COSTA, B.L.G; SILVA, R.A.; SCALASSARA, P. R. **Desenvolvimento de um módulo de controle de nível utilizando o kit Arduino uno**. Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática. Belo Horizonte, 2014.

SILVA, J. T.; SILVA, J. T.; LIMA, G.F. **Controle e monitoramento de nível utilizando plataforma open source Arduino**. INNOVER, v. 1, n. 4, dezembro, 2014.