

IV Simpósio Paranaense de Modelagem, Simulação e Controle de Processos ISSN : 1984-7521	Artigo: 19
	Páginas: 136 - 141

CONTROLE DE TEMPERATURA EM TANQUE ATRAVÉS DE ARDUINO BASEADO NO CONTROLE ON/OFF

João Carlos Segatto Leite ^{1*}, Crisleine Draszewski², Ederson Abaide¹

1 - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ,
Ijuí – RS, segattostudio1@gmail.com*

2 - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS

Resumo – A plataforma Arduino tem se destacado nas áreas de robótica e sistemas embarcados, devido a seu baixo custo e programação fácil. Este trabalho apresenta a utilização de um Arduino no controle ON/OFF de uma resistência elétrica e monitoramento através de monitor serial do status do sistema. O experimento é composto de um recipiente para aquecimento de um líquido (água), sensor de temperatura, termostato, relés, controlador Arduino e um computador. O tanque de aquecimento em escala de bancada foi concebido com a finalidade de monitorar e observar os efeitos do volume de líquido sobre o perfil de aquecimento. Tendo como meta um set-point de 50°C o sistema em aquecimento foi monitorado e apresentou um comportamento de curva de aquecimento diferente para os dois volumes testados.

Palavras-Chave: Prototipagem; microcontrolador; sensor; tanque; arduino.

Introdução

O controle de temperatura em um tanque de aquecimento é muito utilizado em indústrias e está diretamente ligado a produção adequada de produtos, visto que durante um processo, se ocorrer uma variação de temperatura fora da faixa de controle, tanto acima quanto abaixo, pode ocorrer a degradação dos produtos e ou danificação dos equipamentos que compõem o processo [1].

Assim os controladores de temperatura nas operações unitárias para produção de um produto são responsáveis por garantir que um determinado processo opere dentro dos padrões impostos previamente, medindo, comparando e corrigindo a temperatura sempre que necessário. Existem quatro controladores gerais de temperatura, o controle ON/OFF, o proporcional (P), o proporcional derivativo (PD) e o proporcional integral derivativo (PID) [2].

O controle do tipo ON/OFF além de possuir o menor custo, quando comparado com os outros, tem também funcionamento mais simples, visto que controla apenas acionando/desacionando o atuador conforme necessário. Para um tanque com temperatura controlada se a mesma estiver abaixo do set-point o controlador irá ligar a resistência até a água atingir a temperatura desejada e então a resistência será desligada [3]. Este modo de controle pode ser feito utilizando um termostato e um controlador Arduino.

O Arduino é um microcontrolador muito versátil que potencializa suas funções para além de uma interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinho no

<p>14 e 15 de março de 2019 Curitiba - Paraná</p>

controle de vários dispositivos e tendo assim aplicações em instrumentação e controle de processos [4].

O Arduino é uma plataforma de hardware *open source*, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que atuam com o ambiente desejado, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz ou som e como saída leds, motores, displays, autofalantes, criando desta forma possibilidades ilimitadas [5]. Como por exemplo o caso do presente trabalho.

Tendo exposto sobre os controladores e o uso do Arduino o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um aparato experimental para um sistema de controle em um tanque de aquecimento utilizando o Arduino no modo de controle ON-OFF. As respostas avaliadas são o perfil de aquecimento e o controle de temperatura.

Experimental

O trabalho realizado visou a construção de um aparato experimental, no qual se possa aplicar um sistema de controle on/off, de baixo custo e baseado em programas código aberto (Arduino-UNO responsável por realizar o controle), com sensor (termistor) e atuador (resistência elétrica como variável manipulada), resultando na planta da Figura 1.

O hardware Arduino UNO, é uma placa de desenvolvimento microcontrolada baseada no ATmega328P, ela possui 14 pinos de entrada/saída digital, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada para alimentação, um cabeçalho ICP e um botão reset

O sensor de temperatura apresenta uma precisão de 0,1°C e pode trabalhar em temperaturas na faixa de -50 a 110°C. A resistência de aquecimento utilizada possui potência de 830W, 220 V. O termostato aplicado foi um Termostato Digital W1209 com Rele 10A 250V, display com 3 dígitos na cor vermelha e 3 botões de ajuste (SET, + e -), alimentado com tensão de 12V DC.

Foi avaliado o efeito da quantidade de água no tanque no perfil de aquecimento e manutenção da temperatura de set point.

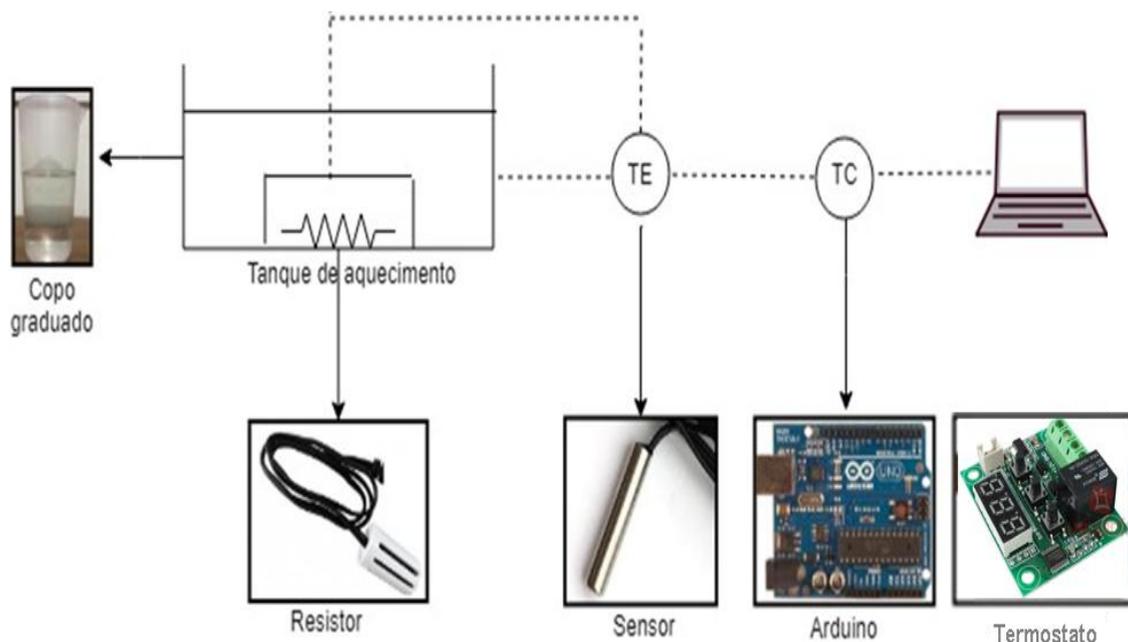


Figura 1. Diagrama representando o posicionamento dos sensores de temperatura, o atuador (resistência), controlador e alimentação de informações por PC. Fonte: Autor, 2019

Com o sistema pronto, ilustrado na Figura 2, foi possível realizar o experimento para se obter o perfil de aquecimento e a resposta do controlador.

O procedimento experimental consistiu em aferir em um copo graduado um volume definido de água (400 e 800 mL) e preencher o tanque com o líquido. Após essa etapa foi fixada a temperatura em 50°C como set-point. A temperatura do ambiente era de 27°C, sendo assim fixada como temperatura inicial. Na sequência foi acionado o sistema de aquecimento e o tempo foi cronometrado para se verificar o perfil de aquecimento e a resposta do controlador quando atingido o valor de referência fixado (50°C).

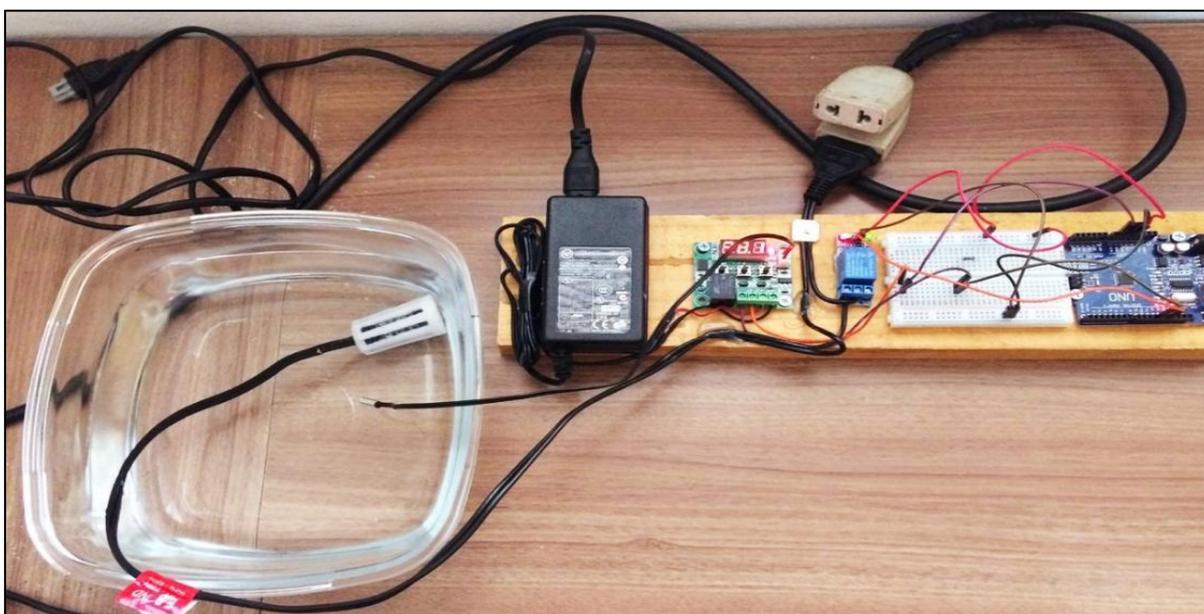


Figura 2. Aparato experimental montado. Fonte: Autor, 2019

A programação do controlador é apresentada parcialmente na Figura 3. A programação foi realizada no software proprietário e aberto que acompanha o controlador Arduino. Com este software é possível redigir a programação desejada e também monitorar o estado do processo, como pode ser observado na Figura 4.

```
tanque_aquecido_jo_o_segatto | Arduino 1.8.7
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

tanque_aquecido_jo_o_segatto $

// ----- Mapeamento de Hardware -----
// --- Mapeamento de Hardware ---
#define termostato 12 //entrada para o termostato
#define rele 13 //saída para relé de maior potência

// ----- Variáveis Globais -----
// --- Variáveis Globais ---

// ----- Configurações Iniciais -----
// --- Configurações Iniciais ---
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //inicia a comunicação Serial

  pinMode(termostato, INPUT_PULLUP); //entrada para o termostato com pull-up interno
  pinMode(rele, OUTPUT); //saída para relé

  digitalWrite(rele, HIGH); //relé inicia desligado
} //end setup
```

Figura 3. Programação em código aberto. Fonte: Autor, 2019

```
COM4

23:18:39.585 -> Monitorando...
Temperatura ok!
23:18:40.025 -> Monitorando...
Temperatura ok!
23:18:40.460 -> Monitorando...
Temperatura ok!
23:18:40.901 -> Monitorando...
Temperatura ok!
23:18:41.358 -> Monitorando...
Temperatura Baixa!
23:18:41.791 -> Aquecendo...
Temperatura Baixa!
23:18:42.244 -> Aquecendo...
Temperatura Baixa!
23:18:42.687 -> Aquecendo...

 Auto-rolagem  Show timestamp
```

Figura 4. Monitor serial do Software Arduino. Fonte: Autor, 2019

Resultados e Discussão

Os principais resultados obtidos foram os perfis de aquecimento. Esse perfil foi determinado até o momento em que o controlador é acionado ligando e desligando o resistor para manter a temperatura no valor definido de referência (Figura 5).

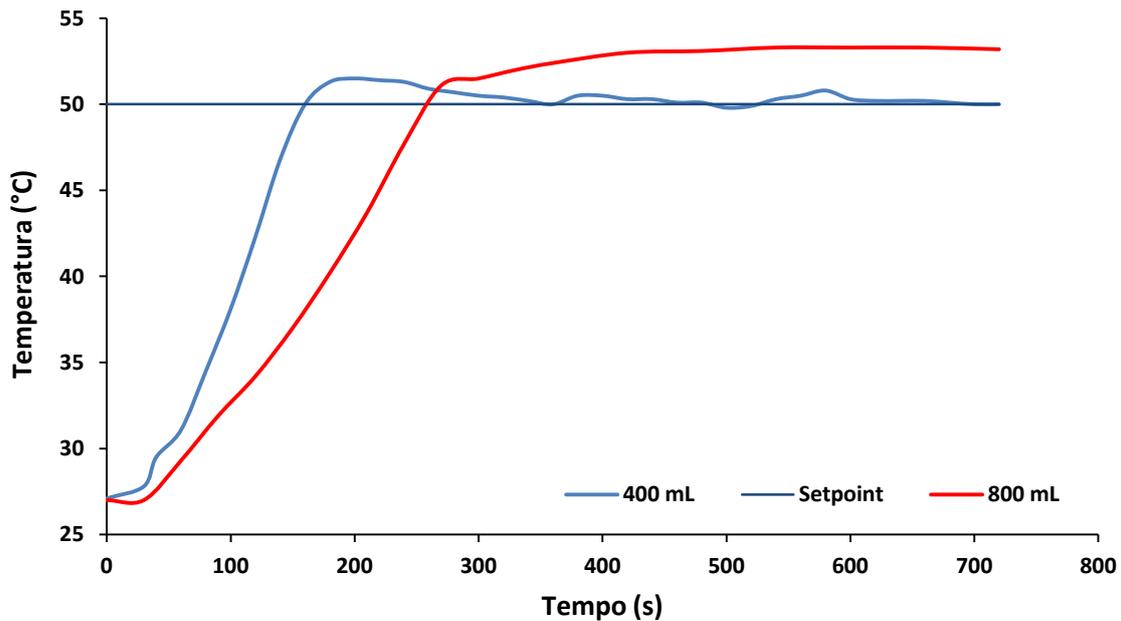


Figura 5. Perfil de aquecimento e resposta do controlador após alcançar o setpoint (50°C). Fonte: Autor, 2019

Pela Figura 5 é possível observar que o tempo de aquecimento até alcançar o valor de referência para o experimento que utilizou 800 mL de água no tanque foi de aproximadamente 2 vezes maior (270 s) daquele que utilizou 400 mL (140 s). Essa resposta é coerente uma vez que com aumento de matéria é necessário fornecer maior quantidade de calor para elevar a energia interna. Entretanto, considerando que o controlador cessou o aquecimento quando a temperatura atingiu 50°C para ambas as condições experimentais pode se observar que a temperatura continuou subindo para o ensaio com maior quantidade de água, e que demorou a baixar até o setpoint. Isso pode ser explicado devido aos ensaios possuírem a mesma área de troca térmica, logo a taxa de transferência de calor na interface água/ar é a mesma, e assim o ensaio com menor quantidade de líquido tem sua energia interna reduzida mais rapidamente.

Outro aspecto que pode ser observado para o ensaio que utilizou 800 mL de água é que houve maior tempo para todo o volume de controle alcançar o equilíbrio térmico e assim mesmo cessado o aquecimento ainda estava acontecendo transferência de energia por condução entre as moléculas de água do centro do líquido e aquelas em que se encontravam na parede.

Conclusão

O trabalho desenvolvido resultou em um aparato experimental de sistema de controle, de uma planta de controle de temperatura em um sistema de tanque de aquecimento. O controle de temperatura foi realizado com base no controlador ON/OFF por meio da plataforma Arduino e programas de código aberto.

O aparato experimental montado mostrou-se, portanto, interessante na visualização da dinâmica de um processo de aquecimento por resistência elétrica. Ainda pode se observar o efeito da variação da quantidade de líquido no tanque na resposta do controlador.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UNIJUÍ e a UFSM pelo apoio.

Referencias

1. SILVA, Isabela Venter. Aplicação da estratégia de controle de nível baseado em modelo para um sistema de tanques. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
2. HAUGEN, Finn. Comparing PI tuning methods in a real benchmark temperature control system. *Modeling, Identification and control*, v. 31, n. 3, p. 79, 2010.
3. BARBOSA, C. M. D.; RODRIGUES, C. V.; PETTENON, D. A.; QUEIROZ, T. M. de. “Automação de um processo alternativo da pasteurização do leite utilizando ação de controle on-off.” *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n.1, 2018.
4. MCROBERTS, Michael. *Arduino Básico: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino*. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
5. SOUZA, Anderson R. de et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p.1702-1707, 2011.