



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76

Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2020

Construção de um sistema com controle de temperatura por Arduino para aplicações em técnicas de fabricação de filmes finos.

Rafael Costa dos Santos¹; Edrian Mania²; Ernando Silva Ferreira³

1. Bolsista Pevic-UEFS, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: rafaelc490@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: emania@uefs.br
3. Participante do Projeto, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ernandofisica@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Automação; Arduino; Forno.

INTRODUÇÃO

Um filme fino é uma camada de material com espessura que geralmente varia entre nanômetros e micrômetros e que é depositado sobre um material visando alterar suas propriedades superficiais (SEMICORE, 2014). Existem vários métodos de depositar filmes finos, sendo uma das mais populares a *Deposição Física de Vapores* (PVD). A técnica consiste em um processo de deposição atômica, no qual o material é vaporizado de uma fonte sólida ou líquida e posteriormente condensado sobre a peça a ser revestida na forma de filme (MATTOX, 1998). Devido a sua facilidade de implementação, o PVD será adotado inicialmente no projeto de pesquisa para a deposição de filmes finos com biomoléculas imobilizadas. Contudo, a produção destes filmes requer uma temperatura estabilizada e precisa, além de condições de isolamento e ultra vácuo. Por isso, instrumentos para produção de filmes tem custos elevados, o que o torna pouco acessível.

Felizmente, é possível realizar adaptações em um forno de cozinha para se atingir condições mais baratas para a fabricação de filmes finos. O forno, em condições normais de fábrica, só permite ao usuário trabalhar com até quatro diferentes valores de temperatura e a escolha de temperatura é manual. Assim, nesse trabalho foi desenvolvido um sistema eletrônico com Arduino para controlar remotamente e manter a estabilidade da temperatura do forno. Logo, além de montar um sistema automático de deposição de filmes finos, o grupo do laboratório também adquirirá conhecimentos preciosos em automação, o que possibilitará a realização de futuros trabalhos tanto em automação quanto na produção de filmes.

MATERIAIS E METODOLOGIA

A etapa inicial consistiu em estudar e testar métodos de automação visando aplicações no forno. Primeiramente, foi pensando a adaptação de um servo motor no potenciômetro deste forno acionado por Arduino, visando controlar sua temperatura através de um torque comandado eletronicamente. Porém, tendo em vista a dificuldade da construção de um suporte para fixá-lo, o que necessitaria da construção de uma peça de encaixe por um torneiro mecânico ou uma impressora 3D, esta linha de seguimento se tornou inviável. A confecção de uma peça por parte de um torneiro seria muito caro, além de que, o laboratório não possui uma impressora deste tipo. Depois da conformação com a inviabilidade do método anterior, realizando pesquisas e novos testes de conexão, veio a conhecimento as capacidades de um novo componente, o módulo relé (TJANDI, 2019). O componente denominado relé foi de extrema importância ao projeto, pois ele consegue controlar a temperatura interna do forno através da corrente elétrica em suas resistências. Isto eliminou a necessidade do motor, a confecção de uma peça para o mesmo e ainda atingiu um dos maiores objetivos, o de controlar eletronicamente a temperatura. O relé possui uma bobina magnética, que por sua vez, abre e fecha uma chave metálica movendo a mesma aplicando campo magnético. Desta forma a “corrente elétrica que passa pela resistência interna do forno é convertida em calor” (Efeito Joule), e este processo pode ser ativado ou desativado por programação, aquecendo ou esfriando o forno.

A esta etapa do projeto, já se sabia que o Arduino poderia comandar o circuito do forno com ajuda de um módulo relé, porém, para que o sistema de fato se tornasse autônomo, ainda faltava o Arduino ter a capacidade de ler a temperatura interna do forno. A necessidade dos dados de temperatura interna do sistema, vem de que era preciso o Arduino entender quando forçar uma estabilização da mesma. Durante estudos e testes em circuito, foi entendido que um termômetro eletrônico do tipo termopar seria ideal ao projeto (MAXIM, 2014). Como esse termômetro suporta elevadas temperaturas e é capaz de ser controlado pelo Arduino, ele foi ideal para trabalhar neste projeto.

Antes de implementar cada um dos componentes no aparato experimental, foi necessário desmontar o forno por completo, entender seu sistema elétrico interno, a utilidade de cada componente e selecionar os fios a serem rompidos e redirecionados para o Arduino e a rede elétrica da universidade. Tudo foi feito com base em pesquisas sobre esquema interno de um forno elétrico, só assim, é que cada componente foi devidamente conectado e posicionado em relação ao forno, Arduino e rede elétrica. Para que cada um destes componentes trabalhasse como esperado, um código de programação unificando todos os comandos de cada componente, de modo a agirem conjuntamente, precisaria ser desenvolvido. Para isto, foi separada uma etapa de estudo e práticas de programação em linguagem C, pois a mesma, é geralmente a mais utilizada para programação de micro controladores. Ao final desta etapa, o Arduino conseguia comandar cada um dos componentes individualmente e depois em conjunto no sistema. Por fim, na última etapa os esforços se voltaram a testar todo o sistema do forno automatizado. Desenvolveu-se códigos para testar a medida de temperatura do termopar, tal como mediu-se a estabilização de temperatura por parte do relé e o funcionamento correto do forno.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

A primeira parte do trabalho foi montar o sistema do forno e o circuito eletrônico. Para isso foi necessário entender o princípio de funcionamento de cada componente, como o termopar e o módulo relé. Além de permitir montar adequadamente o sistema, o estudo permitiu explorar conceitos físicos pouco abordados em Laboratórios de Ensino de Física Experimental, como o Efeito Seebeck, responsável pelo funcionamento do termopar. Uma ilustração do sistema montado encontra-se na figura 1a. Para ajudar a compreensão da função e posição de cada componente foi feito um esquema, ilustrado na figura 1b.

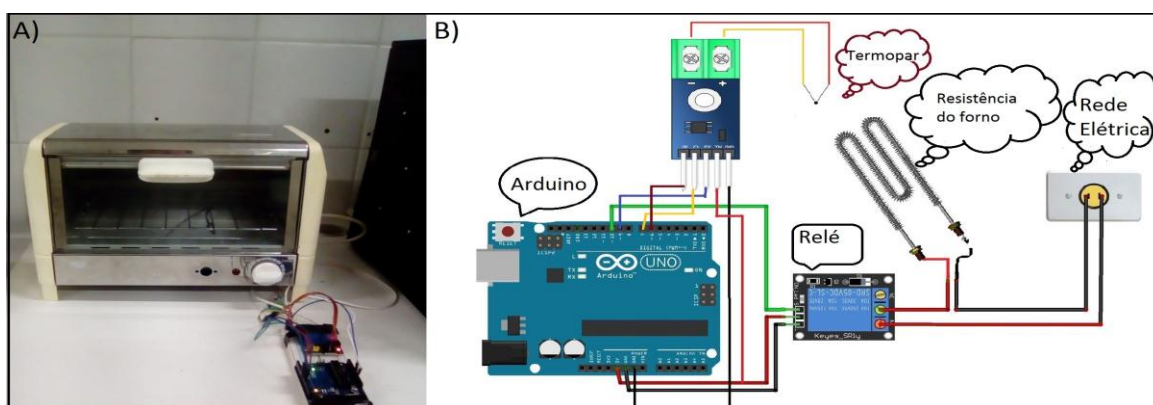


Figura1. Sistema de aquecimento com temperatura controlada. Em a) Foto do sistema montado. Em b) Esquema do sistema mostrando Arduino, resistência do forno, relé e termopar.

Após a montagem, deu-se início à criação do código do Arduino para controlar a temperatura do forno. A figura 2a é um exemplo de um trecho do código desenvolvido nesse trabalho. É importante mencionar que diversas etapas de tentativa e erro foram conduzidas para se chegar em um código funcional, mas, ao final, o código funcionou perfeitamente.

A) <pre>#include "max6675.h" int rele = 8; int SO = 7; int CS = 9; int CLK = 10; int cooler = 12; MAX6675 sensor(CLK, CS, SO); void setup() { Serial.begin(9600); pinMode(rele, OUTPUT); }</pre>	B) <pre>Temperatura: 28 graus Temperatura: 27 graus Temperatura: 27 graus Temperatura: 26 graus Temperatura: 26 graus Temperatura: 25 graus</pre> <input checked="" type="checkbox"/> Auto-rolagem
--	---

Figura2. Desenvolvimento da programação do Arduino e coleta de informações do sistema de aquecimento com temperatura controlada. Em a) Trecho do código desenvolvido. Em b) Exibição da temperatura interna do forno no Arduino.

Ao final da criação desse código, o Arduino foi capaz de: 1) ler e exibir a temperatura no interior do forno, isto é, capaz de se comunicar com o termopar e de exibir a temperatura numa janela; 2) Foi capaz de controlar a temperatura no interior do forno com o módulo relé. A figura 2b é um exemplo do Arduino lendo a temperatura do forno. Ou seja, ele foi capaz de ligar e desligar a fonte de energia e assim conseguir aquecer e/ou esfriar o forno de modo autônomo e remoto e ainda informar em tempo real sua temperatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste projeto se tinha por objetivo a pesquisa e elaboração de um sistema de aquecimento com controle de temperatura para a deposição de filmes. Esse trabalho permitiu não só criarmos um sistema de deposição de filmes, como também permitiu o estudo de fenômenos físicos interessantes e pouco explorados em disciplinas de Física Experimental, como o Efeito Seebeck. Além disso, foram estudados e dominados conceitos de diversos componentes de eletrônica, como o Arduino, uma das áreas de automação de baixo custo mais utilizadas atualmente.

Ao final do trabalho, conseguimos montar um forno automático para aplicar e ler temperaturas de modo confiável. Originalmente, o forno tinha uma série de limitações, como poucas opções de temperaturas que poderiam ser utilizadas e a incerteza da temperatura aplicada. Após esse trabalho, é possível aplicar e manter qualquer temperatura até $T=280^{\circ}\text{C}$. Além disso, também podemos ler em tempo real a temperatura. Todos estes esforços serão muito úteis aos projetos de fabricação de filmes, devido a sua necessidade de uma temperatura estável e a cada tipo de filme a ser depositado ter uma temperatura única para ser operado. Assim, o estudo permitirá ao grupo de pesquisa dominar técnicas de deposição de filmes, necessárias para imobilizar biomoléculas, e permitirá dominar instrumentação, o que facilitará o progresso e desenvolvimento de várias linhas de pesquisa no grupo, como a criação de biosensores.

REFERÊNCIAS

- MATTOX, D. M. handbook of physical vapor deposition (pvd) processing: film formation, adhesion, surface preparation and contamination control. westwood: noyes publications, pag 32-33.1998.
- MAXIM INTEGRATED. COLD JUNCTION COMPENSATED K THERMOCOUPLE TO DIGITAL CONVERTER. MAXIM INTEGRATED. 2014. Acesso em: <<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX6675.pdf>>. Data de acesso: 03/12/2019.
- SEMICORE. WHAT IS THIN FILM DEPOSITION. Acesso em: <<http://www.semico-re.com/news/81-what-is-thin-film-deposition>>. Data de Acesso : 20/05/2020.
- TJANDI, YUNUS & KASIM, SYARIFUDDIN. (2019). Electric Control Equipment Based on Arduino Relay. Journal of Physics: Conference Series.1244.012028.10.1088/1742-6596 /1244/1/012028.