

DESENVOLVIMENTO DE UM *SPINNER* DE BAIXO CUSTO

Renan Nunes Vieira ¹;
Marcelo Bariatto Andrade Fontes ²

Tecnólogo da FATEC-SP; e-mail: renan.vieira4@fatec.sp.gov.br ¹
Professor da FATEC-SP; e-mail: bariatto@fatecsp.br ²

Área do Conhecimento: Microeletrônica

Palavras-chave: *spinner*, *spin coater*, *spin coating*, Arduino, HD, filmes finos.

INTRODUÇÃO

O *spinner* é um equipamento utilizado na confecção de filmes finos e de bastante utilidade para a indústria eletrônica na fabricação de dispositivos semicondutores. [OSSILA, 2015] Atualmente, não existem empresas nacionais que realizem a fabricação desse equipamento, é necessário, portanto pagar além do equipamento uma taxa de importação. É possível justificar a necessidade de um equipamento como esse quando pensamos que ele pode ser utilizado em aulas e demonstrações práticas além de possibilitar a criação de pequenos projetos e trabalhos de graduação onde é necessária a deposição de filmes.

OBJETIVOS

O projeto tem como objetivo a construção de um *spinner* de baixo custo, que seja equiparável a um equipamento comercial, utilizando um motor de HD (*hard disk*), controlado por um microcontrolador Arduino conectado a um ESC (*eletronic speed control* ou controle eletrônico de velocidade) assim como dispositivos eletrônicos simples, tendo como principal foco o uso no desenvolvimento de dispositivos semicondutores.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em desenvolver diferentes versões de um equipamento *spinner* com foco na evolução do sistema de controle de rotação. O ponto de partida foi um equipamento de um trabalho anterior, que não estava mais funcionando baseado no controle de rotação por meio de um potenciômetro [SANCHES, 2017].

Ao todo foram desenvolvidas três versões, sendo que a última versão conta com um sistema de controle digital, sistema de leitura e ajuste automático de velocidade e interface com o usuário. O desenvolvimento foi feito de maneira a permitir a melhor estabilidade e ampla faixa de rotação do equipamento.

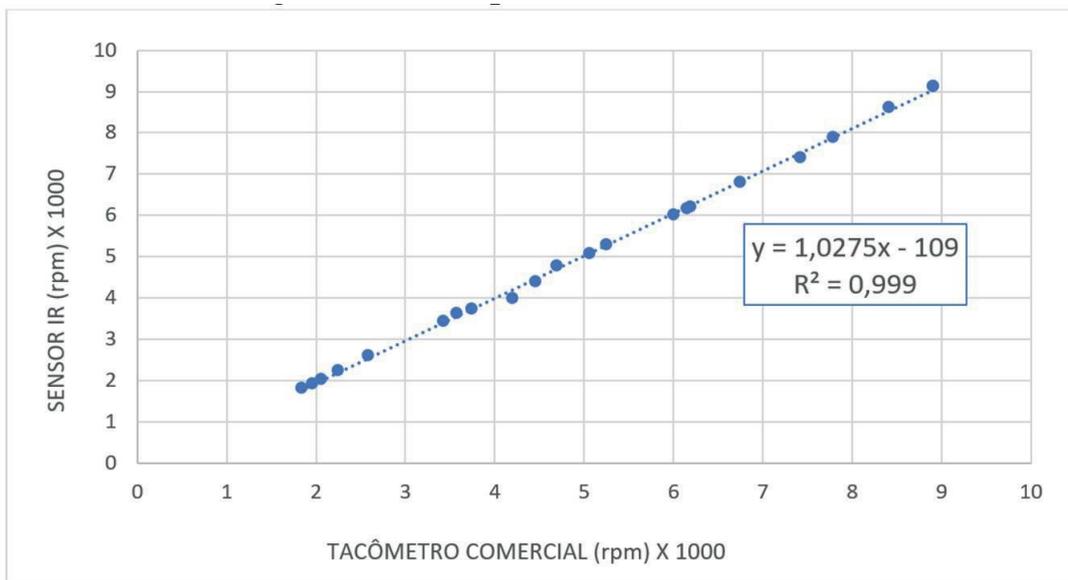
A metodologia escolhida para verificar quais os diferentes valores de rotação que podiam ser ajustados foi utilizar um equipamento comercial, nesse caso, um tacômetro Minipa modelo “MDT-2238B”, que possui a opção de leitura óptica. [MINIPA, 2015]

Com o objetivo de comparar o equipamento desenvolvido com um modelo comercial utilizou-se a técnica de interferometria para medir a espessura das camadas formadas através da deposição de filmes finos nos dois equipamentos. A interferometria é um método de medição utiliza o fenômeno da interferência de ondas, ou seja, usando dois feixes de luz (geralmente um feixe dividido em dois) é possível obter um padrão de interferência quando esses se sobrepõem. Como o comprimento de onda da luz é bem curto, essa técnica pode ser utilizada para mensurar pequenas alterações nas diferenças nos caminhos ópticos (distância percorrida) entre os dois feixes. [RENISHAW, 2017] Com o equipamento desenvolvido foi realizado o processo de deposição afim de compara-lo com o equipamento comercial. Primeiramente, a lâmina é presa sobre a estrutura do *spinner* na peça denominada *chuck*, o porta amostras do equipamento. Devido a rotação a força centrífuga faz com que o excesso de solução seja expelido para fora do substrato. Ao atingir a velocidade programada o filme se distribui uniformemente. A rotação continua até que se consiga a espessura desejada, finalmente a taxa de evaporação do solvente depositado ajuda a definir a espessura do filme. [TAKAHASHI, 2015]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a comparação entre a leitura obtida pelo sistema desenvolvido e o tacômetro comercial.

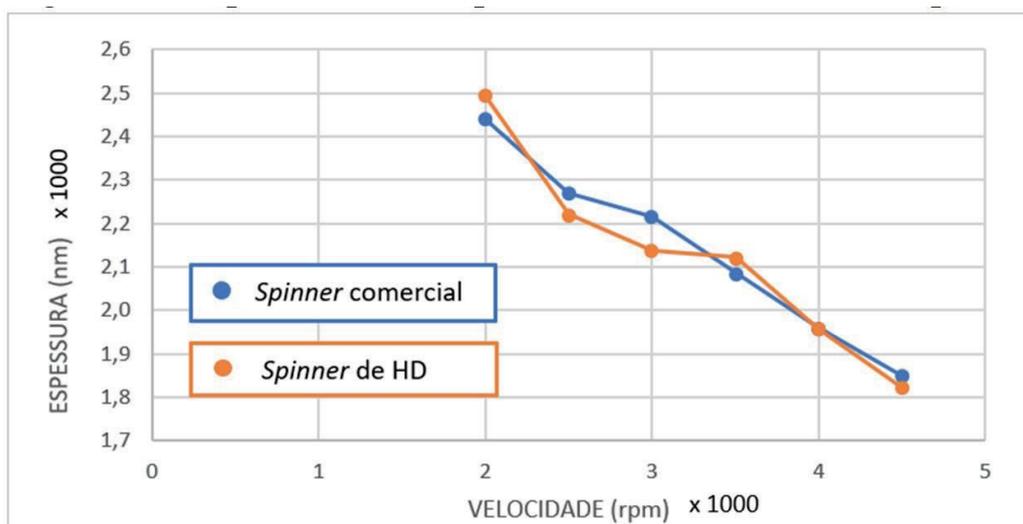
Figura 1 – Comparação entre sistemas



Fonte: O próprio autor

Pelo gráfico da figura 1 vemos que foi obtida uma boa correlação entre os dois métodos de medição. Os resultados indicam, portanto que o sistema desenvolvido com sensor IR pode ser utilizado como tacômetro interno do *spinner* e facilitar o ajuste da rotação. A figura 2 apresenta o resultado da deposição de fotorresiste medido pela técnica de interferometria para cada *spinner* em diferentes velocidades.

Figura 2 – Espessura obtida para cada rotação em cada *spinner*



Fonte: O próprio autor

Pelo gráfico da figura 2 verifica-se que os pontos se encontram próximos, variando menos de 100 nm no pior dos casos. Pelos dados de interferometria, ao compararmos a deposição para ambos os *spinners*, vemos que a maior diferença percentual de espessura do fotorresiste foi de 3,48%.

CONCLUSÕES

Como mostram os resultados, foi estabelecida uma boa correlação entre o sistema desenvolvido e o tacômetro comercial, com a maior diferença entre as medições sendo de 4,76%.

Com base nos resultados e discussões apresentados verificou-se que foi possível cumprir o objetivo de construir um *spinner* de baixo custo e funcional na faixa de rotação de 2000 rpm a 4000 rpm. Além disso, os componentes em geral são de baixo custo resultando em um equipamento cujo valor final foi de R\$ 176,30. Apesar desse valor não levar em conta o custo da parte estrutural aproveitada do trabalho anterior e outros fatores como tempo, infraestrutura e mão de obra envolvida, esse trabalho mostra que o desenvolvimento do sistema do equipamento pode ser feito a um custo relativamente baixo se compararmos com o preço de um equipamento importado.

O sistema desenvolvido mostrou-se equiparável ao *spinner* comercial pelos resultados da deposição de fotorresiste medido pela técnica de interferometria, onde a maior diferença de espessura para uma mesma rotação foi de apenas 3,48%, a própria diferença na velocidade de rotação entre os *spinners* foi de apenas 1,76% no pior caso.

REFERÊNCIAS

MINIPA. TACÔMETRO FOTO/CONTATO DIGITAL MDT-2238B. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/images/Manual/MDT-2238B-1100-BR-EN-ES.pdf>. Acesso em: 25/05/2019.

OSSILA. Spin Coating: A Guide to Theory and Techniques. Disponível em: <https://www.ossila.com/pages/spin-coating>. Acesso em: 01/09/2018

RENISHAW. A interferometria explicada. Disponível em: <http://www.renishaw.com.br/pt/a-interferometria-explicada--7854>. Acesso em: 26/08/2018.

SANCHES, Kaique Figueiredo. Projeto e construção de microssensor de pressão com tecnologia *MEMS* para fins didáticos. FATEC-SP, 2017.

TAKAHASHI. Christine Miwa. Montagem de um *spinner* compacto e de baixo custo para a fabricação de dispositivos P-OLED. FATEC-SP, 2015.

AGRADECIMENTOS

À infraestrutura dos laboratórios LPD (Laboratório de Processos e Dispositivos) e LTV (Laboratório de Tecnologia de Vácuo) do Departamento de Sistemas Eletrônicos (DSE) e ao USI (Laboratório de Usinagem) do Departamento de Mecânica da FATEC-SP que possibilitaram o desenvolvimento do projeto. À infraestrutura do LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis) da POLI-USP por possibilitar a etapa de testes. Ao CNPq pela bolsa PIBIC.