DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE UM SPIN COATER CONSTRUÍDO A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

BUILDING OF A SPIN COATER AND ITS OPERATION PARAMETERS THROUGH INEXPENSIVE MATERIALS

GONÇALVES, R. N. S.[1] - Unifesspa
OLIVEIRA, E. P.[2] - Unifesspa
ANDRADE, J. E.[2] - Unifesspa

Resumo: Neste trabalho é apresentado uma metodologia de como construir um spin coater e determinar os parâmetros de funcionamento para produção de filmes finos a partir de materiais de baixo custo. O equipamento possui um sistema simples e prático de controle sem necessidade de estudos complexos em eletrônica analógica e mecânica no nível de graduação. O spin coater conta com um micromotor que é controlado por um circuito eletrônico que permite a alteração de suas rotações por minuto em função das cinco tensões aplicadas. O investimento em materiais para a construção do equipamento não ultrapassou os R$ 500,00. A utilização deste sistema pode promover uma produção de filmes finos eficiente e consideravelmente mais barata em relação ao uso spinners de nível comercial.

Palavras-chave: Nanotecnologia, spin coater, filme fino

Abstract: This work presents one as a methodology to build a spin coater and determine the parameters operation for the production of thin films from low cost materials. The equipment has a system simple and practical control without the need for complex studies in analog electronics and mechanics at the level of graduation. The spin coater has a micromotor which is controlled by an electronic circuit that allows you to change its revolutions per minute as a function of the five voltages applied. The investment in materials for the construction of equipment did not exceed R$ 500,00. Use of this system can promote the production of thin films efficient and considerably less expensive compared to using commercial level spinners.

Keywords: Nanotecnology, spin coater, thin film

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços da nanociência e nanotecnologia, vários dispositivos eletrônicos utilizados no diaa-dia como smartphones, tablets e computadores portáteis são exemplos básicos de produtos que possuem circuitos eletrônicos com componentes supercondutores de energia elétrica em formato de filme fino (SOUZA, 2012). Para isto, laboratórios no mundo contam com equipamentos sofisticados em técnicas para a produção de filmes finos, e este trabalho apresenta a construção de um “spin coater”, determinando seus parâmetros de funcionamento utilizando materiais de baixo custo (OHRING, 2002).

Embora os spins coaters comerciais possuam vários outros recursos, as características principais são elaboradas de maneira complexa e geralmente não fundamentais. Isto é, estes recursos são projetados com circuitos eletrônicos programados por microcontroladores e de difícil manutenção quando sujeitos à problemas técnicos.

Desta forma, a proposta principal deste trabalho é mostrar a metodologia de construção um spin coater a partir de materiais de baixo custo que ofereça os recursos básicos de controle de velocidade de rotação de maneira analógica, simplificando seu manuseio e atendendo com eficiência os testes com materiais usualmente depositados, a fácil manutenção do equipamento em casos de problemas técnicos e, principalmente, seu baixo custo benefício.

[1] Graduando em Engenharia Mecânica, FEMAT, IGE, Unifesspa. E-mail: robertonsg@unifesspa.edu.br
[2]Doutora na área de Térmica e Fluidos, FEMAT, IGE, Unifesspa. E-mail: edilma@unifesspa.edu.br.
[2] Doutor em Física da Matéria Condensada, FEMAT, IGE, Unifesspa. E-mail: elisandro@unifesspa.edu.br.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nas primeiras etapas de construção, o recurso utilizado para a rotação do substrato foi um micromotor DC de 12 V. Para o circuito de controle de rotações por minuto foi utilizada uma placa fenolite com área de 16 cm². Usou-se caneta retroprojetora para fazer manualmente o desenho esquemático circuito, como mostra a Fig. (1). Percloreto de ferro foi utilizado para corroer somente a parte que não estava protegida pela tinta. Então, utilizando um ferro de solda, foram feitas as soldagens dos componentes eletrônicos na placa fenolite.

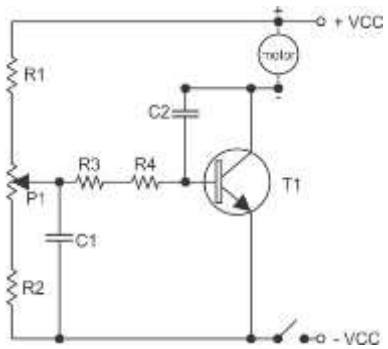

Figura 1. Esquema eletrônico do circuito de controle de rotação.

A Tabela 1 apresenta a identificação dos componentes utilizados, a representação nocircuito e seus respectivos valores.

Tabela 1. Identificação dos componentes do circuito eletrônico e seus valores.

Componente	Representação	Valores
Resistor	R1	10 kΩ ± 5%
Resistor	R2	390 Ω ± 5%
Resistor	R3	10 kΩ ± 5%
Resistor	R4	390 Ω ± 5%
Potenciômetro	P1	50 kΩ
Capacitor	C1	68 nF
Capacitor	C2	68 nF
Transistor	T1	--

O circuito foi constituído contendo um resistor R1 de 10 kΩ, com ± 5% de tolerância; por um potenciômetro P1 de 50 kΩ; pelo resistor R2 de 390 Ω de ± 5% de tolerância. Utilizou-se também dois condensadores (capacitores), C1 e C2, ambos de 68 nF. As resistências R3 de 10 kΩ e R4 de 390 Ω, ambas com ± 5% de tolerância, que alimentam a base do controle do transistor de potência de tipo NPN, T1, repassando a voltagem e corrente devidamente controladas para a carga, tendo o C2, também de 68 nF, como o segundo elo de estabilização.

O circuito é alimentado por uma fonte de 12 V adaptada dentro do chassi da caixa do equipamento, onde foram colocados o circuito de controle do micromotor e os interruptores de energia. Utilizou-se uma caixa galvanizada construída com dimensões de 15 cm × 15 cm × 8,3 cm. Seu volume foi suficiente para fazer as instalações do circuito e da fonte de alimentação. Para adaptar as peças, foram feitos furos para acoplar o transformador da fonte e chave de voltagem de 110 V e 220 V através de parafusos e porcas. O potenciômetro de controle de rotações foi acoplado no centro de uma das faces da caixa. Também se utilizou uma panela revestida de teflon para servir de recipiente protetor contra espirros durante a deposição. Foram feitos três furos na panela na base da panela para prender o micromotor. Então, o porta-substrato, um minidisco (MD) foi adaptado ao eixo do micromotor através de um acoplador, permitindo encaixar de encontro o pino com o eixo rotativo.

Figura 2. Adaptador do porta-substrato e eixo do micromotor

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os componentes eletrônicos utilizados neste trabalho são acessíveis no mercado e de identificação simples, como as cores dos resistores. O potenciômetro utilizado é responsável pela alteração do fluxo de tensão, alterando a velocidade de rotação do motor. A utilização do C1, que estabiliza a corrente e mantém a voltagem estável e evita possíveis oscilações.

Em meio aos testes de outros micromotores, a escolha do micromotor DC de 12 V foi o de um extraído de um CD Player. Por ser de tamanho médio e por possui bom desempenho na estabilidade, velocidade, torque e silêncio em seu funcionamento na rotação do porta-substrato. Para a capitação das seis velocidades do micromotor, foi utilizado um tacômetro digital com sensor. A Tab. (2) mostra as velocidades obtidas em rpm em função a tensão, variando de 1,12 a 11,93 volts.

Tabela 2. Medidas de velocidades (rpm) em tacômetro com sensor

Medidas de Velocidades				
Voltagem (V)	1ª medida (rpm)	2ª medida (rpm)	3ª medida(rpm)	Média (rpm)
0	0	0	0	0
1,12	1065	1071	1067	1067,67
3,09	1456	1453	1458	1455,67
5,10	3267	3260	3267	3264,67
8,07	5007	5011	5006	5008,00
10,11	6787	6789	6787	6787,67
11,93	6989	6987	6989	6988,33

A partir dos dados da Tab. (2), foi possível plotar o gráfico da rotação em função da tensão, como mostra a Fig. (3). Percebe-se visualmente que o sistema possui um comportamento linear, com exceção nas tensões mais baixas e as mais elevadas aos limites de operação do micromotor. Utilizando o software Origin foi possível fazer o ajuste linear da curva e encontrar os parâmetros.

Neste trabalho, a alimentação foi adaptada para ser acoplado dentro do equipamento e conta com uma chave de interrupção de tensão liga/desliga. A Fig. (4) mostra a atual etapa de construção e finalização do *spin coater*.

Figura 4. Imagem do *spin coater* em etapa atual

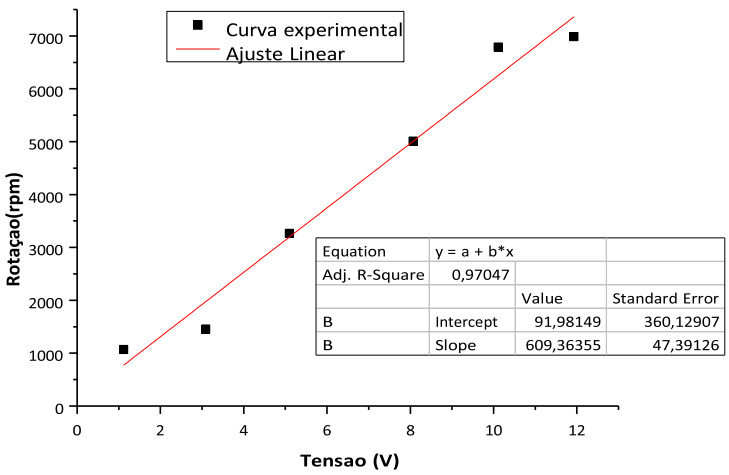

Figura 3. Gráfico de rotação em função de tensão com ajuste linear.

A partir do gráfico da Fig. (3), obtém-se que a função da rotação em função da tensão obedece a função linear $y\ ax\ b$. Assim, a equação que determina a rotação em função da tensão é dada na Eq. (1):

$$609U\ 92 \tag{1}$$

4. CONCLUSÃO

Todo o aparato responsável pelo funcionamento do equipamento (transformador da fonte de alimentação, componentes eletrônicos, placa de fenolite, cabo de energia, parafusos, o substrato adaptado, cabos de conexão do circuito, potenciômetro e micromotor, panela teflon e caixa de proteção) custaram um valor aproximadamente de R$ 420,00. Sendo assim, obteve-se um equipamento mais elaborado capaz de realizar produção de filmes finos com velocidades diferentes até 5700 rpm.

Pretende-se obter as velocidades exatas das velocidades de rotação do substrato em função da tensão e posição do potenciômetro e um temporizador para demarcar o intervalo de atividade do equipamento, bem como a simulação e modelagem matemática da obtenção da espessura do filme fino através da tensão função dos parâmetros de velocidade angular e do tempo, que envolverá o estudo do fluxo do fluido viscoso no substrato utilizando material polimérico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Pará (FAPESPA), a Pró-Reitoria de PósGraduação, Pesquisa e Inovação Tecnológica (Propit) da Unifesspa e ao CNPq por ter concedido a bolsa de iniciação científica para a produção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

DAUGHTON, W. J. **An Investigation of the Thickness Variation of Spun-On Thin Films Commonly Associated with the Semiconductor Industry**. J. Electrochem. Soc., 1982.

COCHRAN, W. G. **The Flow Due to a Rotating Disc**. Proc. Cam. Phil. Soc., 1934.

AGUILAR, R. G. **Low cost instrumentation for spin-coating deposition of thin films in an undergraduate laboratory**. Lat. Am. J. Phys. Educ.

HELLSTROM, S. L. **Basic models of spin coating**. Autumn: Stanford University, 2007.

OHRING, M. **Materials Science of Thin Films, Deposition and Structure**. 2nd Edition. San Diego (USA): Academic Press, 2002.