

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados
I Jornada de Extensão
I Seminário de Iniciação Científica
I Encontro de Pós-Graduação

CONSTRUÇÃO DE UM SPIN COATER A BAIXO CUSTO PARA PRODUÇÃO DE FILMES FINOS

Roberto Nazareno da Silva Gonçalves¹ - Unifesspa
José Elisandro de Andrade² - Unifesspa

Agência Financiadora: Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa)

Eixo Temático/Área de Conhecimento: Engenharia

1. INTRODUÇÃO

Com os avanços da nanociência e nanotecnologia, dispositivos eletrônicos mais utilizados no dia-a-dia como smartphones, tablets e computadores portáteis, são exemplos básicos de produtos com circuitos eletrônicos cada vez mais elaborados, possuindo componentes supercondutores de energia elétrica mais miniaturizados (SOUZA, 2012). A aplicação de filmes está presente na produção destes componentes eletrônicos como diodos, capacitores, transistores, resistências e outros (MITZI *et al.*, 2004). Para isto, laboratórios de nanociência e nanotecnologia contam com equipamentos com técnicas especiais para realizar produção e testes dessas microestruturas.

1.1. Deposição de pela técnica de *spin coating*

A deposição de filmes finos por *spin coating* é uma técnica muito simples e amplamente utilizada na preparação de películas com espessura uniforme (AGUILAR; LÓPEZ, 2011). Esta técnica é bastante utilizada para deposição de filmes poliméricos no processo de fabricação de componentes eletrônicos como diodos, capacitores, transistores e outros. Nela, se é posta uma pequena amostra de material em um substrato que gira com determinada velocidade de rotação, ocorrendo o espalhamento uniforme. A Figura 1 ilustra esta metodologia de deposição.

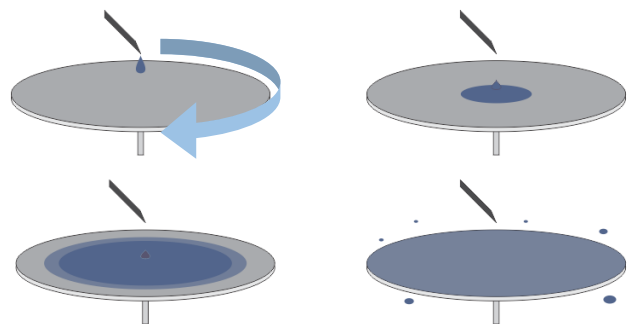


Figura 1. Ilustração da técnica de *spin coating* para produção de filmes finos

O equipamento utilizado nesta técnica é conhecido como *spin coater*. Este equipamento possui propriedades indispensáveis como estabilidade na rotação do substrato, indicar a velocidade de rotação e o tempo em que a amostra ficou sujeita à centrifugação.

Os motores elétricos de corrente contínua (DC) estão disponíveis a baixíssimo custo nos equipamentos de hardware de computadores, onde alguns dispositivos de mídia são colocados em rotação para leitura ou gravação de dados, como em *drives* de disquete, HD, CD-ROM, DVD e gravadores de CD

¹Graduando do Curso de Engenharia Mecânica (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. E-mail: robertonsg@unifesspa.edu.br.

²Doutor em Física da Matéria Condensada pela UFS. Professor Titular Adjunto da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (FEMAT/IGE/Unifesspa). E-mail: elisandro@unifesspa.edu.br.

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados
I Jornada de Extensão
I Seminário de Iniciação Científica
I Encontro de Pós-Graduação

(BENDER, 2014). Para o equipamento, o motor responsável pelas rotações deve estar em boas condições de funcionamento para não sujeitar a amostra a vibrações durante o seu funcionamento para não provocar falhas durante o espalhamento.

Embora os *spins coaters* comerciais possuam vários outros recursos como o controle de aceleração da rotação, velocidade e tempo de funcionamento programados por circuitos eletrônicos computadorizados, em muitos dos casos, esses recursos não são fundamentais e geram um encarecimento seu valor comercial.

Desta forma, sem necessitar de conhecimento aprofundado em eletrônica e mecânica, a proposta principal deste trabalho é a construção de um *spin coater* com materiais de baixo custo. O equipamento deve atender eficientemente os testes com materiais usualmente depositados e possuir, por enquanto, um recursobásicoque é o controle analógico da velocidade de rotação em função da tensão aplicada, simplificando seu manuseio, manutenção e principalmente o seu custo benefício.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho, foi utilizado um micromotor DC da Akiyama Motors do modelo AK360/PL12-7000S (novo código: AK360/78.8PL12S7000S) e consiste numa forma simples e barata de se obter movimentação mecânica para dispositivos eletromecânicos. O micro motor possui desempenho satisfatório no âmbito de velocidade de rotação e silêncio quando está em funcionamento em comparação aos outros micro motores testados. As especificações do motor constam na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações de rendimentos do micromotor.

RENDIMENTO		MÁXIMO RENDIMENTO	
Rotação	7000 rpm	Rotação	5700 rpm
Corrente	170,00 mA	Corrente	590 mA
Torque	78,80 gf.cm	Torque	78,8 gf.cm
Potência	4,58 W	Potência	4,58 W
Tensão nominal	12 V	Torque de partida	407 gf.cm.
Tensão de operação	6 V~24 V	Rendimento	63%

Os componentes utilizados no circuito eletrônico estão identificados na Tabela 2.

Tabela 2. 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	--

Na construção do circuito regulador de rotações por minuto do rotor, foi utilizada uma placa fenolite de 4 cm × 4 cm para desenhar o circuito esquemático na placa (Figura 1). Utilizou-se manualmente uma caneta retroprojetora de circuito impresso. Terminado o desenho, utilizou-se percloroeto de ferro (ácido) para corroer a superfície não protegida pela tinta para formar a placa, pronta para a soldagem dos componentes.

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados
I Jornada de Extensão
I Seminário de Iniciação Científica
I Encontro de Pós-Graduação

Estes componentes eletrônicos adotados são fáceis de encontrar no mercado e fácil identificação técnica, como as cores dos resistores utilizados neste projeto.

O circuito de corrente e tensão é selecionado pela malha de alimentação fornecido pelo resistor R1 de 10 k Ω , com $\pm 5\%$ de tolerância; por um potenciômetro P1 de 50 k Ω , responsável pela alteração do fluxo de tensão, alterando a velocidade de rotação do motor, pelo resistor R2 de 390 Ω de $\pm 5\%$ de tolerância. Utilizou-se também dois condensadores (capacitores). O primeiro, C1, de 68 nF, tem o objetivo de estabilizar a corrente mantendo a tensão estável e evitando possíveis oscilações. As resistências R3 de 10 k Ω e R4 de 390 Ω , ambas com $\pm 5\%$ de tolerância, alimentam a base do controle do transistor de potência de tipo NPN (T1) repassando a tensão e corrente devidamente controladas para a carga, tendo o C2, também de 68 nF, como o segundo elo de estabilização.

Este circuito é alimentado por um transformador de fonte de 12 V extraído de uma fonte comum de adaptadores universais. Neste projeto, a alimentação foi adaptada para ser acoplado dentro do equipamento e conta com uma chave de interrupção de tensão (liga/desliga).

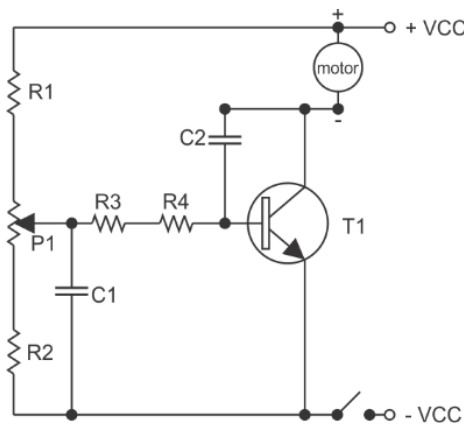


Figura 2. Esquema eletrônico do circuito controlador de velocidade de rotação do micromotor

Para a construção do chassi do equipamento, utilizou-se uma caixa de passagem de instalações elétricas com dimensões de 15 cm \times 15 cm \times 8,3 cm, contando com volume suficiente para fazer os encaixes dos complementos. Na figura 3 se observa o desenho do equipamento após finalizado. No projeto, o recipiente a ser utilizado é uma panela teflon com dimensões pré-determinadas (MARTINELLI, 2005).

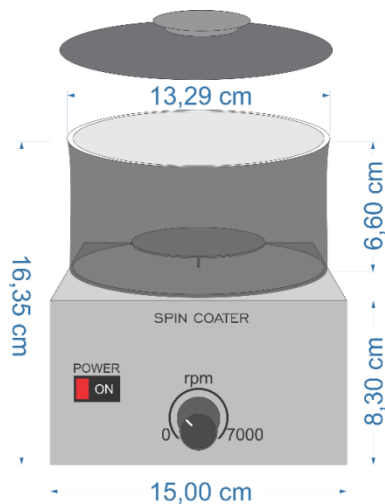


Figura 3. Imagem ilustrativa do *spin coater* finalizado



Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados
I Jornada de Extensão
I Seminário de Iniciação Científica
I Encontro de Pós-Graduação

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O circuito regulador da velocidade de rotação é bastante simples, satisfatório e compreensível a nível de graduação. Os testes no micromotor da Akiyama desempenharam uma velocidade de rotação de 5700 rpm (ideal para deposição) e apresentou bom desempenho no âmbito de menos pulsos quando houve oscilações na voltagem aplicada, praticidade de aplicação e custo também financeiro razoável. A utilização do transistor do tipo NPN permite que os elétrons se movam mais facilmente ao longo da estrutura cristalina, o que traz vantagens significativas no processamento de sinais de alta frequência (SEDRA & SMITH, 2007). Todos os componentes aplicados à placa são de fácil acesso e fácil manuseio e valores financeiros razoáveis.

O equipamento pronto supri alguns detalhes importantes como a estabilidade quando em está funcionamento. Isso é possível devido ao peso exercido de seus componentes dentro da caixa de proteção e seus suspensores emborrachados na parte inferior dela que o mantém sem vibrações. 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 que é possível realizar testes de produção de filmes finos com velocidade de 5700 rpm.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que todos os materiais utilizados para a construção e 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, micromotor, panela teflon e a 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. Com perspectivas futuras, pretende-se adaptar outros recursos para 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.

5. REFERÊNCIAS

AGUILAR, R. G.; LÓPEZ, J. O. Low cost instrumentation for spin-coating deposition of thin films in an undergraduate laboratory. **Latin-American Journal of Physics Education**, pp. 369-373, jul. 2011.

BENDER, A. L.; SBARDELOTTO, D. R. Usandomotores DC em experimentos de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 4, pp. 401-405, 2014.

MARTINELLI, A. E., "Synthesis, Rheological Behavior and Mechanical Characterization of Structural Fast-setting Geopolymers", **Materials Research**, vol. 498-499, 488 p, 2005

MITZI, D. B.; KOSBAR, L. L. High mobility ultrathin semiconducting films prepared by spin coating. **Nature**, vol. 428, n. 18, pp. 299-303, 2004.

SEDRA, S.; SMITH, K. **Microeletrônica**. 4ª ed., Pearson Makron Books, São Paulo, Brasil, 2005.

SOUZA, G. A. **Preparação e caracterização de filmes finos supercondutores para aplicação em dispositivos eletrônicos**. 2012. 106 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, São Paulo, 2012.