

SISTEMA AUTOMÁTICO DE IRRADIAÇÃO PARA ESTUDOS DO TID EM DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS

Guilherme Parreira Gomes¹, Marcilei A. Guazzelli²

¹ Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI

² Física, Centro Universitário FEI

guigoparreira10@gmail.com, marcilei@fei.edu.br

Resumo: No Laboratório dos Efeitos da Radiação Ionizante (LERI), utiliza-se um difratômetro de raios X como fonte de radiação para o estudo dos efeitos do TID em dispositivos eletrônicos. O objetivo deste trabalho é desenvolver e construir um sistema automático de posicionamento de tais dispositivos, capaz de movê-los remotamente e garantir o alinhamento com o feixe de raios X.

1. Introdução

São diversos os ambientes que expõem dispositivos eletrônicos à radiação ionizante, tais como equipamentos medicinais, experimentos físicos e principalmente aplicações aeroespaciais. Dentre os principais efeitos da radiação, tem-se o TID (Total Ionizing Dose). Este efeito consiste no acúmulo de cargas em semicondutores que alteram suas propriedades de funcionamento. São causados por interações de fótons por efeito fotoelétrico, efeito Compton ou produção de pares [1].

No Laboratório dos Efeitos da Radiação Ionizante (LERI), utiliza-se um difratômetro de raios X (XRD-6100 Shimadzu) como fonte de radiação para o estudo dos efeitos do TID em componentes eletrônicos. O equipamento foi adaptado com um suporte de amostra simples, onde o dispositivo a ser irradiado é fixado e posicionado manualmente em frente ao feixe de raios X. Com este aparato, o posicionamento da amostra pode ser difícil e impreciso.

Este trabalho prevê o desenvolvimento de um sistema automático de posicionamento de amostras, que permitirá a manipulação de um componente ou placa de circuito remotamente, além da coleta de informações úteis para o experimento. O objetivo é obter maior agilidade e precisão no preparo e na execução dos experimentos.

2. Manipulador de amostras

O manipulador de amostras é responsável por mover os componentes ou placas de circuito no interior do difratômetro, e posicioná-los em frente ao feixe de raios X. O equipamento permite a movimentação em quatro graus de liberdade (X, Y, Z e rotação em torno de Z), controlados por motores de passo. A transmissão de potência é feita por correias e parafusos de movimentação. A estrutura do manipulador é feita principalmente por chapas e perfis de alumínio, e peças poliméricas (ABS) confeccionadas por impressão 3D.

Para fixar a amostra, desenvolveu-se um suporte de ferramentas intercambiáveis. Isto permite a fixação de uma grande variedade de tamanhos e formatos de amostras. Foi desenvolvida uma ferramenta para pequenos componentes e outra para placas pequenas e

médias. Mais ferramentas podem ser desenvolvidas no futuro, de acordo com as necessidades de cada trabalho.

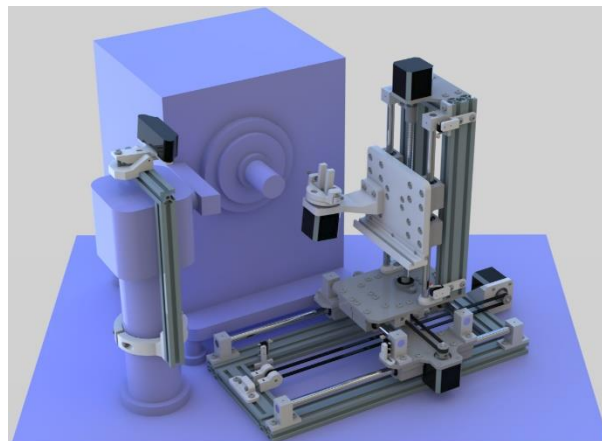


Figura 1 – Representação virtual do manipulador de amostras e suporte de câmera no interior do difratômetro de raios X.

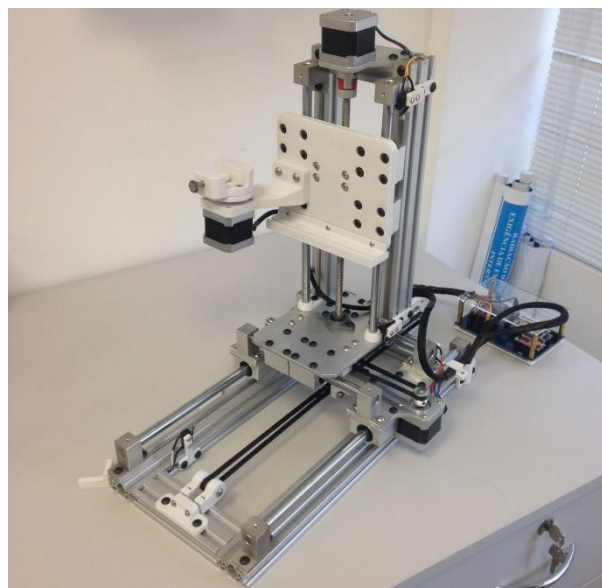


Figura 2 – Manipulador de amostras finalizado.

3. Alinhamento e controle

O alinhamento da amostra com o feixe de raios X é feito através de uma câmera instalada acima do emissor de radiação. A ideia é posicionar a linha central do campo de visão da câmera paralelamente ao feixe de raios X. Desta forma, conhecendo-se os desvios verticais e horizontais entre feixe e campo de visão, pode-se alinhar a amostra com precisão. O suporte de câmera (observado na Figura 1) permite o ajuste do ângulo da câmera em relação ao solo, para que o paralelismo seja calibrado.

O controle da movimentação é feito através de um software para computador, desenvolvido em linguagem C# com o auxílio da plataforma Windows Forms. Neste software (Figura 3), é possível observar a imagem da câmera de alinhamento em tempo real, e controlar a posição da amostra através de botões. Também podem ser verificadas algumas informações úteis do ambiente de teste como distância de irradiação e temperatura ambiente.

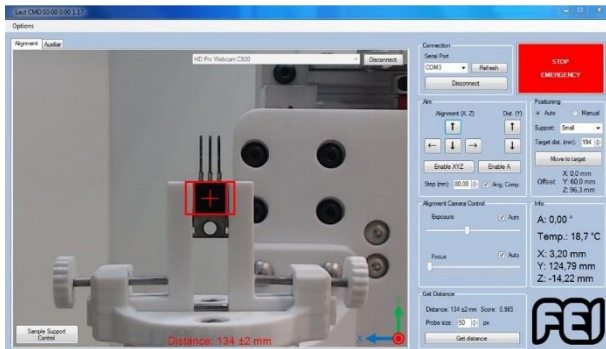


Figura 3 – Captura de tela do software de controle.

Após o alinhamento da amostra com a marcação indicada na imagem da câmera, basta informar ao software que o posicionamento foi concluído, e o manipulador moverá a amostra automaticamente para a posição de irradiação, corrigindo os desvios conhecidos e ajustando a distância entre amostra e feixe.

A projeção do feixe de raios X foi caracterizada e modelada por meio de equações lineares. Desta forma, pode-se desenhar uma representação da área atingida pelo feixe sobre a imagem da câmera em tempo real, de acordo com a distância de irradiação desejada.

Para medir a distância entre o objeto a ser irradiado e o emissor de raios X, desenvolveu-se um algoritmo capaz de estimá-la automaticamente, a partir das propriedades da câmera e da movimentação precisa do manipulador. A ideia é mover um pouco a amostra em relação a câmera e rastrear a distância virtual (em pixels) que a imagem percorreu. Desta forma, pode-se relacionar a distância real e virtual percorrida. Sabendo-se o ângulo do campo de visão da câmera de alinhamento, é possível calcular a distância por trigonometria.

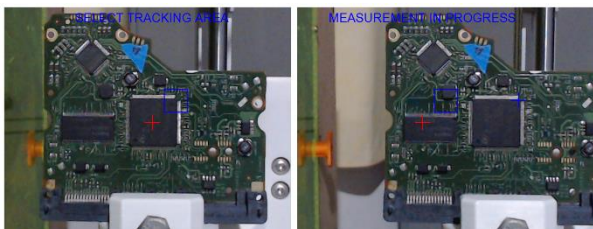


Figura 4 – Capturas de tela do processo de medição de distância, antes e depois da movimentação.

4. Validação de funcionamento

Com todos os sistemas mecânicos, elétricos e computacionais concluídos, pôde-se testar o equipamento integralmente através da irradiação de um transistor de potência, modelo IRFZ44N [2]. O

componente foi previamente descapsulado e preparado para estudo dos efeitos do TID.

O dispositivo foi fixado à máquina e posicionado para a irradiação, utilizando todos os recursos desenvolvidos. Para examinar os efeitos da irradiação, foram obtidas curvas $I_d \times V_g$ característica do dispositivo com o auxílio de equipamento previamente configurado para outras pesquisas no laboratório. As curvas foram obtidas antes da irradiação, após dez e após vinte minutos. Os resultados podem ser verificados na Figura 5:

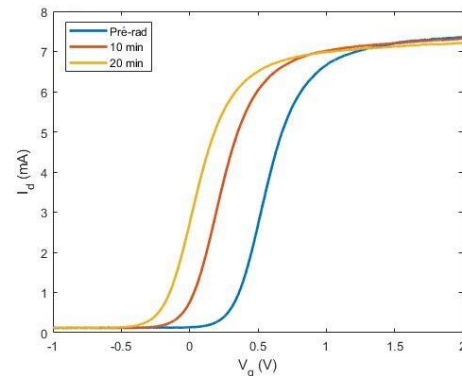


Figura 5 – Curvas $I_d \times V_g$ em diferentes condições de irradiação.

Pode-se observar que houve o deslocamento da curva característica ao longo da irradiação, comportamento esperado para este tipo de dispositivo [3]. Desta forma, conclui-se que o dispositivo foi posicionado e irradiado corretamente.

5. Conclusão

O equipamento desenvolvido será de grande utilidade para os próximos alunos e professores que realizarão estudos dos efeitos do TID no laboratório. O preparo dos experimentos se tornou mais rápido, prático, e permite a repetição de condições de irradiação com margens de erro baixas, impossíveis de se obter com o esquema de fixação anterior. O equipamento foi projetado, construído, instalado e testado por completo. Seu funcionamento é pleno e atende todos os objetivos propostos.

6. Referências

- [1] GUAZZELLI, Marcilei A.; BAGINSKI, Roberto B. Total Ionizing Dose: Efeitos da Dose Ionizante Total. São Paulo: XX Escola de Verão Jorge André Swieca de Física Nuclear Experimental, 2018.
- [2] International Rectifier. IRLZ44N Datasheet. HEXFET Power MOSFET. IR, 2003.
- [3] CUNHA, Felipe G. Efeitos do Raio X em Transistores MOSFETs. Centro Universitário FEI. São Paulo, 2015.

¹ Aluno de IC FAPESP - Processo: 2020/05778-3. Projeto com vigência de 10/20 a 09/21.