



International Joint Conference Radio 2019

PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE UTILIZANDO RADIAÇÃO DE ALTA ENERGIA

Zytkowski, Vitor¹., E. Milhoretto¹., Melo Júnior, C. F¹.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Avenida Sete de Setembro, 3165 - Curitiba/PR, Brasil - CEP 80230-901

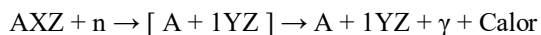
Vitorzyt@hotmail.com

Resumo : Usinas nucleares utilizam o processo de fissão nuclear para gerar calor. O calor produzido pelas varetas de urânio 235 (U235) aquecem a água dentro do reator que produzirá vapor, e este irá movimentar as pás das turbinas gerando eletricidade. Um efeito secundário do processo de fissão do U235 é a produção de radiação gama. Essa radiação gama produzida é absorvida pela blindagem do reator sem ser aproveitada. Seria possível utilizar essa radiação excitando células fotovoltaicas para geração de energia elétrica? Neste trabalho essa possibilidade foi avaliada utilizando células fotovoltaicas do tipo monocristalina excitadas utilizando um tubo de raios X industrial com energias variando de 100, 120 e 150 kVp e corrente de tubo variando de 1 a 4 mA. Foram obtidos valores de tensão para uma célula na ordem de 1,4 a 2,6 mV e corrente de 3,2 μ A a 6,5 μ A e para três células conectadas eletricamente em série valores entre 1,4 mV a 5,2 mV e corrente de 1,4 μ A a 6,4 μ A. Os resultados demonstram que as células fotovoltaicas monocristalinas podem responder a faixa de comprimento de onda de raios X, sendo possível seu emprego na ideia originalmente exposta.

Palavras-chave : Usina nuclear. Raios Gama. Raios X. Célula fotovoltaica.

Introdução : Os dispositivos fotovoltaicos produzem energia elétrica através da conversão direta da luz solar (Meirelles, Bernardo Radefeld). Tais dispositivos funcionam segundo o efeito fotoelétrico, o que significa que se utilizam de ondas eletromagnéticas para a produção de energia (BUSHONG, Stewart C). Portanto, em teoria, os fótons de raios gama e de raios X poderiam ser absorvidos da mesma forma que os fótons de luz visível, que são o foco dos painéis fotovoltaicos (Marques, Francisco das Chagas). Este trabalho tem como objetivo testar um método alternativo na geração de energia elétrica em reatores nucleares, aproveitando a radiação gama produzida durante o processo de fissão (World nuclear association).

As usinas nucleares se utilizam da fissão átomos de Urânio²³⁸ e Urânio²³⁵ para a produção de energia. Durante a fissão, nêutrons são inseridos para iniciar a reação, que nada mais é do que uma sequência de decaimentos atômicos que liberam nêutrons devido à absorção de outros nêutrons. Para cada nêutron absorvido um fóton gama é liberado em adição a energia térmica que aquece a água do reator nuclear. A equação principal que representa essa reação é a Equação 1.



Utilizando a equação de energia dos fótons $E = h.f$, onde h é a constante de Planck e f é a frequência da onda, pode se obter a quantidade de energia de um fóton gama. Levou-se em consideração valores entre 5 MeV à 20 MeV para cada fóton. Segundo referências (Eletrobrás) foi utilizado a massa anual de urânio utilizada na usina brasileira Angra 1 para se calcular a quantidade de fissões que ocorrem todo ano dentro da usina. Por fim foi deduzido que a usina produz em raios gama entre 76×10^{12} a 305×10^{12} Wxh. Pela magnitude desses valores, que são muito maiores do que os valores de energia produzidos com a energia térmica, pensou-se ser vantajosa a captação desta energia, mesmo em uma condição de baixa eficiência na relação célula monocristalina e raios gama.

Metodologia : Foram utilizados para os testes do método proposto uma célula fotovoltaica de silício monocristalino e, para um melhor controle na exposição da radiação um tubo de raios X industrial. Para a realização dos

testes experimentais, as células monocristalinas foram expostas em tensões de 100 kVp, 120 kVp e 150 kVp, e a corrente do tubo foi variada de 0 até 4 mA em intervalos de 1 mA.

Para evitar interferências da luz ambiente, as células fotovoltaicas foram cobertas por uma caixa opaca. Todavia, uma pequena quantidade de luz ainda penetrava pelo ponto onde existia passagem de cabos, essa quantidade foi considerada como ponto de corrente igual a 0 mA, que se refere à situação onde o tubo de raios X ainda estava desligado. Foi utilizado para as medições um multímetro Minipa ET-1605, específico para medição de pequenas escalas, sendo sua resolução de 0,1 mV e 0,1 μ A. A distância entre o anodo do tubo de raios X até a superfície da célula fotovoltaica foi padronizada em 65 cm. Um filtro de alumínio de 2 mm de espessura foi utilizado na saída do tubo para o endurecimento do feixe. A área da célula monocristalina utilizada é de 15x15 cm. A primeira sessão de testes foram realizados com apenas uma célula fotovoltaica, a segunda sessão utilizou três células conectadas em série e dispostas paralelamente uma a outra com a superfície perpendicular ao feixe primário de radiação.

Resultados : Os resultados foram compilados em dois gráficos para melhor visualização dos resultados obtidos.

Figura 1: Resposta em potência da célula monocristalina

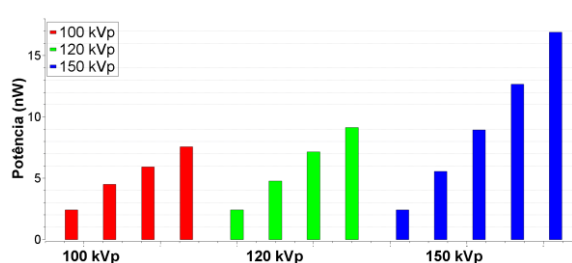
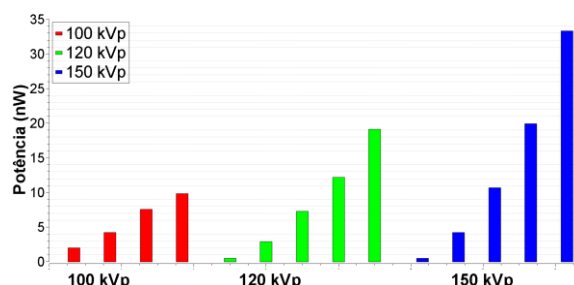


Figura 2: Resposta da célula conectada em Série



No gráfico da figura 1 demonstra os resultados sob diferentes tensões e correntes do tubo de raios X em uma única célula fotovoltaica monocristalina, onde cada coluna representa respectivamente as correntes no tubo de raios X que foram 0, 1, 2, 3 e 4 mA. Cada barra é o produto da corrente pela tensão obtida na leitura do multímetro, resultando a potência em nW. Com energia de tubo ajustado em 150 kVp os valores obtidos de potência foi de 5,6 nW em corrente de 1 mA, e 16,9 nW em corrente de 4 mA, um aumento de 304,5%. O gráfico da figura 2 representa o resultado utilizando três células em série e fisicamente dispostas em paralelo. Neste caso, as células excitadas com energia de tubo de 150 kVp foram obtidos os valores de 4,2 nW em corrente de 1 mA, e 33,3 nW em corrente de 4 mA, um aumento de 796,2%. As células em série apresentaram um ganho praticamente exponencial. Seria esperado um valor três vezes maior ao se aplicar três células, o que leva a crer que parte da radiação que atravessa a primeira célula, excita a célula posicionada em sequência com menor energia de feixe.

Conclusões: Neste trabalho foi apresentado uma relação proporcional de potência produzida em relação a energia do feixe de radiação aplicado as células fotovoltaicas do tipo monocristalina. E o emprego de mais células proporciona uma maior potência gerada em um mesmo feixe de raios X. Portanto, a premissa do trabalho se torna verdadeira, demonstrando que mesmo em uma célula que não é produzida para responder a ondas de raios X, existe uma resposta diretamente proporcional à energia da onda. Podemos concluir a viabilidade de captação de energia, via efeito fotovoltaico, de fótons fora do espectro ao qual o dispositivo foi originalmente projetado. Portanto, seria possível empregar tais dispositivos para gerar energia elétrica aproveitando a radiação produzida em usinas nucleares.

Referências:

- Meirelles**, Bernardo Radefeld. "FABRICAÇÃO DE CÉLULAS SOLARES". 2002. Disponível em: https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2002/991446-relatoriofinal.pdf
- BUSHONG**, Stewart C. Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection. 6th ed. St.Louis: Mosby, 1997. 586 p. ISBN 0-8151-1579-2.
- Marques**. Francisco das Chagas."Minicurso de Fabricação de Células Solares e Módulos Fotovoltaicos". 2014. Disponível em: <http://www.ieibrasil.org/pdf/4inovafvminicursosofrancisco.pdf>.

World nuclear association. “Outline History of Nuclear Energy”. 2014. Disponível em : <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/outline-history-of-nuclear-energy.aspx>.