Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica - ISBN: 978-85-5722-065-2 - DOI: 10.29327/cobecseb.78813

ESTUDO DE CAPACITORES COMERCIAIS PARA APLICAÇÃO EM DOSIMETRIA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

Aline F. Silva, Kelly Nishida, Éder José do Carmo,
Lucio Pereira Neves, Ana Paula Perini e Mauricio Foschini

Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, Brasil.
e-mail: nineferreirasilva@gmail.com

Resumo: A utilização de feixes de raios-x requer o conhecimento de suas características, pois estas variam com o equipamento utilizado. Para isto, são utilizados procedimentos de dosimetria, que detectam a quantidade de dose absorvida ou a dose de radiação fornecida a um sistema utilizando-se eletrômetros e câmaras de ionização, que são muito utilizadas devido à sua estabilidade na resposta. Assim, neste trabalho foi feito a confecção de um circuito básico, utilizando um seguidor de tensão com AO de $10^{12}\Omega$ de impedância, e capacitores comerciais para caracterização de raios-x, substituindo a câmara de ionização. A principal vantagem no uso de capacitores refere-se ao fato de possuírem uma engenharia simples e didática. O experimento consistiu em incidir radiação ionizante no capacitor de prova e monitorar a tensão de carga/descarga deste, comparando-o com um capacitor de referência no circuito. Os dados foram adquiridos utilizando-se um osciloscópio de bancada e, para análise destes, manteve-se a corrente fixa em 1 mA, e variou-se a tensão do equipamento de raios-x de 7kV até 35kV. Por meio do coeficiente angular inicial obteve-se a resposta de uma corrente devido ao efeito corresponde à incidência de radiação no capacitor de prova. Com os resultados adquiridos, pode-se concluir que os capacitores comerciais podem ser utilizados como sensores, em calibração de equipamentos de raios-x, em substituição à câmara de ionização, quando não se requer alta precisão.
Palavras-chave: dosimetria, eletrômetros, câmara de ionização, Raios-X, capacitores

Abstract: *The use of x-ray beams requires knowledge of their characteristics, as these vary with the equipment used. For this, dosimetry procedures are used, which detect the amount of absorbed dose or the dose of radiation supplied to a system using electrometers and ionization chambers, due to their stability. Thus, this work consisted in the construction of a basic circuit with an electrometer using a voltage follower with $10^{12}\Omega$ impedance AO and commercial capacitors for x-ray characterization, replacing the ionization chamber, but with the advantage of simple engineering and Didactic The experiment consisted in focusing ionizing radiation on the test capacitor and evaluating the charge / discharge of this by comparing it with a reference capacitor for the circuit. The data were acquired using a bench oscilloscope and, for the analysis of these, the current was kept fixed at 1 mV and the voltage of the x-ray equipment was varied from 7kV to 35kV. The initial angular coefficient obtained a current due to the effect corresponds to the radiation incident on the test capacitor, it being concluded that the commercial capacitors can be used as calibration of x-ray equipment instead of the ionization chamber.*
Keywords: *Dosimetry, electrometers, ionization chamber, X-Ray.*

Introdução

Câmaras de ionização são sistemas que utilizam meios gasosos como detectores e podem possuir diversos formatos, dependendo de sua aplicação. São constituídas basicamente de uma parede, constituído por um material condutor, e preenchidas por ar, com um eletrodo coletor em seu interior [1, 5]. As suas características de construção, principalmente a forma e o tamanho do volume de coleção de cargas fazem com que este instrumento seja muito preciso [2, 5]. Como exemplo destes dispositivos, temos a câmara de ionização de ar livre que detecta radiação gama até 300keV. Para radiações de mais alta energia, a câmara de ionização cavitária, com parede de grafite, é o tipo empregado, visto que o alcance de elétrons secundários em material sólido é muito menor que o alcance no ar, sendo isto o que impossibilita a construção de câmaras de ar livre para feixes de radiação de energias altas [3, 4].

A câmara de ionização compreende um espaço de ar confinado entre dois eletrodos, posicionados como um capacitor de placas paralelas. O princípio básico de funcionamento de uma câmara de ionização está baseado na coleta de íons primários gerados no volume sensível da câmara de ionização, pela radiação incidente, a partir da aplicação de uma diferença de potencial [2, 4].

A partir deste princípio, entende-se que eletrodos comerciais com placas paralelas possam responder positivamente como um dosímetro, cujas respostas dependerão da seção de choque do dielétrico e de sua blindagem.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo utilizar capacitores comerciais como uma câmara de ionização, para a obtenção de medidas dosimétricas, a

partir de efeitos fotoelétricos presentes nos materiais que constituem o capacitor.

Materiais e métodos

Foram utilizados capacitores de poliéster, com placas planas e paralelas, como sensor, com capacitância de 1nF e blindagens de 250V, da marca EPCOS.

O circuito esquematizado na Figura 1 foi montado com um seguidor de tensão, utilizando o circuito integrado TL074CN, que contém quatro amplificadores operacionais e apresenta impedância nas entradas inversora e não inversora da ordem de 10^{12} Ω. Devido a entrada com J-FET, o projeto torna-se eficiente para medidas potenciométricas de alta impedância. O seguidor de tensão foi montado em uma placa de circuito impresso, com a entrada não inversora isolada da placa, e soldada diretamente ao fio de entrada do capacitor de prova e do capacitor de referência.

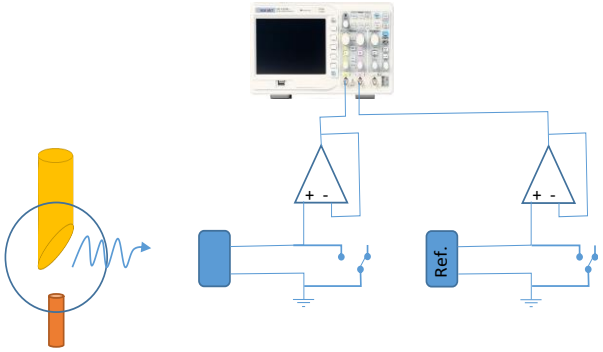

Figura 1: Esquema simplificado do arranjo experimental utilizando um capacitor como amostra e outro como referência.

O equipamento de Raios-X utilizado foi o X-Ray XR 4.0 da *Phywe*, com tubo de cobre (09057-50) que opera com tensão de 0,0 até 35,0 kV e corrente de 0,00 até 1,00 mA.

A aquisição de dados foi realizada com um osciloscópio Siglent SDS1072CNL, 70MHz, 1G SC/s e salvos em um *pendrive*.

Resultados e discussões

A figura 2 é a resposta de tensão do capacitor de prova com a incidência dos raios-X de baixa energia, variando-se inicialmente a corrente e mantendo-se o tubo com uma tensão fixa de 35kV. Para esta faixa de energia, o efeito predominante é o efeito fotoelétrico.

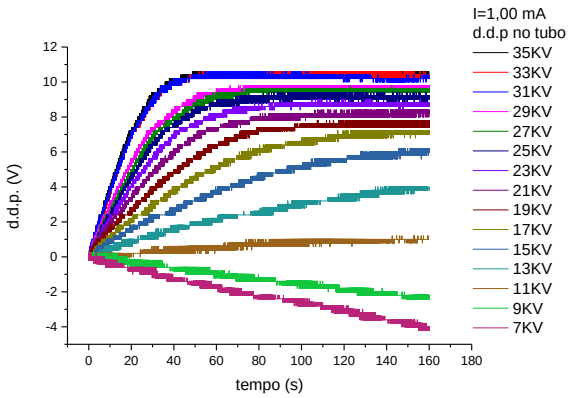

Figura 2: Respostas de tensão do capacitor de prova em função do tempo, com raios-X gerados por correntes de 0,00 até 1,00 mA e tensão fixa de 35kV.

Ao observar a figura 2, percebe-se o aparecimento de uma tensão de saturação para os efeitos envolvidos. Ao observar os extremos das curvas, pode-se perceber que a relação da corrente de saturação, próxima ao tempo de 160 s, não será linear, mas pode-se determinar o coeficiente angular do início da carga do capacitor, que fornecerá a taxa de variação do potencial no capacitor, ou seja, a corrente elétrica inicial do circuito.

Sendo a diferença de potencial em um capacitor proporcional à variação de carga pela capacitância, e a taxa da variação de carga em função do tempo a corrente elétrica, pode-se relacionar a taxa inicial da variação do potencial com a corrente inicial total na carga do capacitor. Sendo assim, é possível relacionar a corrente obtida pelo efeito de interação com a radiação, com a corrente de fuga pelo circuito integrado, conforme a equação 1:

$$\frac{dV_{cap}}{dt} = \frac{dq_{cap}}{dt} \cdot \frac{1}{C} = \left(i_{efeito} + i_{fuga}\right) \cdot \frac{1}{C} \qquad (1)$$

Sendo V_{cap} a diferença de potencial medida no capacitor, C a capacitância, q_{cap} a carga do capacitor, i_{efeito} a corrente gerada internamente ao capacitor devido à interação com a radiação ionizante e i_{fuga} a corrente elétrica gerada pelo circuito integrado.

Com o resultado dos coeficientes angulares iniciais da curva de carga do capacitor em função do potencial aplicado ao tubo, foi obtida a figura 3.

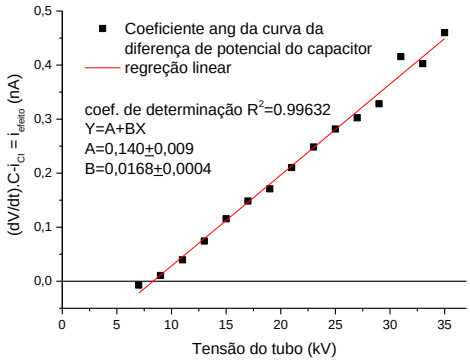

Figura 3: Corrente obtida internamente no capacitor em função da corrente elétrica do tubo de raios-X com tensão fixa aplicada de 35kV.

Observa-se na figura 3 que a resposta da corrente de efeito gerada no capacitor é linear, em função da diferença de potencial aplicada no tubo, ou seja, a corrente gerada no capacitor tem uma resposta linear em função da energia dos fótons incidentes.

Esta linearização da resposta da corrente devido à interação da radiação com a matéria, indica o quanto é promissor a caracterização dos capacitores comerciais na aplicação em dosimetria das radiações ionizantes.

Em sequência, pôde-se realizar a variação da corrente elétrica com uma tensão fixa (35kV) no tubo de raios-X, obtendo assim a figura 4.

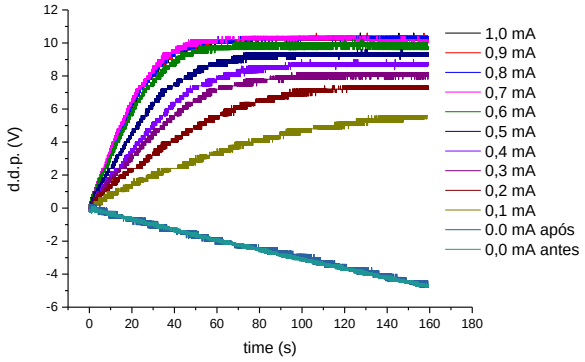

Figura 4: Respostas do capacitor de prova em função do tempo para raios-X gerados com correntes de 0,00 até 1,00 mA e tensão fixa de 35kV.

Observa-se na figura 4 que a resposta do circuito com o capacitor, em relação a corrente zero, antes e depois da incidência dos raios-X, permanece inalterada. Isso demonstra a estabilidade com todos os ensaios realizados neste experimento, ou seja, a propriedade isolante do dielétrico permaneceu inalterada. É possível observar que o potencial do capacitor ainda tende para um limite de saturação como na figura 2.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que o capacitor comercial de poliéster tem possibilidade de ser utilizado como dosímetro para calibração de equipamentos que operam com raios-x em substituição à câmara de ionização. Contudo, se faz necessário mais testes quanto à eficiência do mesmo.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Projetos No. APQ-03049-15, APQ-02934-15), CAPES (Projeto Pro-Estratégia No. 1999/2012), CNPq (Projetos No. 157593/2015-0, 421603/2016-0 e 420699/2016-3).

Referências

[1] Caldas, LVE, Sartoris, CE. Aplicação de metodologia dosimétrica de feixes terapêuticos de raios x com sistema Tandem. In: Radiol Bras; 2001. p. 337-42.

[2] Amazonas IB. Desenvolvimento e caracterização de uma câmara de ionização totalmente polimérica para dosimetria de raios-x [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2005.

[3] Bulla RT. Métodos de calibração de câmaras de ionização de placas paralelas para dosimetria de feixes de elétrons [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo;1999.

[4] Johns HE, Cunningham JR. The physics of radiology. 4th ed. Springfield. Charles C. Thomas – Publisher, 1983.

[5] Knoll GF. Radiation Detection and measurement. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc; 2010. p. 131-49.