



22 a 27 de abril de 1990

ANAI S - PROCEEDINGS

**EFEITO DA POLARIDADE E CURVAS DE SATURAÇÃO DE
CÂMARAS DE IONIZAÇÃO DE PLACAS PARALELAS**

Maria da Penha Pereira Albuquerque
Linda V.E. Caldas

Departamento de Proteção Radiológica
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear - São Paulo

SUMÁRIO

As câmaras de ionização de placas paralelas construídas no IPEN foram testadas quanto ao efeito de polaridade. As curvas de saturação foram também obtidas, variando-se a tensão entre -300 e +300 V. As medidas foram tomadas submetendo-se as câmaras aos campos padrões de radiação-X de baixas energias (entre 25 e 50 kV), no ar, à distância de calibração de 50 cm.

ABSTRACT

The polarity effect was studied in the case of the plane-parallel ionization chambers manufactured at IPEN. The saturation curves were obtained applying voltages between -300 and +300 V. The ionization chambers were submitted to standard low-energy X-radiation fields (from 25 to 50 kV), in air, positioned at the calibration distance of 50 cm.

INTRODUÇÃO

Para uma dada intensidade de radiação a corrente coletada pelo eletrodo de uma câmara de ionização, exposta à radiação, aumenta, inicialmente, linearmente com a tensão aplicada entre os eletrodos, depois, mais devagar até se aproximar assintoticamente da corrente de saturação obtendo-se, assim, a curva de saturação. Isto significa que a corrente de saturação é alcançada quando todos os pares de íons produzidos no volume sensível da câmara são coletados^(5,7). Para que isso aconteça a tensão de polarização deve ser suficiente para mobilizá-los em direção ao eletrodo coletor.

Algumas vezes a intensidade da carga coletada em uma câmara de ionização varia quando a polaridade da tensão aplicada ao eletrodo é invertida^(4,5). Existem algumas possíveis causas para os efeitos de polaridade, como por exemplo^(5,6):

- a) Presença de forças eletromotrizes de contacto térmico no circuito de medida;
- b) Em câmaras de ionização cilíndricas ou esféricas, a distribuição da carga espacial depende da polaridade do eletrodo central devido às diferentes mobilidades dos íons positivos e negativos, conduzindo a diferenças na eficiência de coleta. O erro será minimizado aumentando-se a tensão de coleta;
- c) Variação no volume ativo da câmara de ionização devido à distorção da carga espacial no campo elétrico do gás. Para este caso, tomando-se o valor médio entre as duas correntes do coletor correspondentes às polaridades positiva e negativa, uma curva de saturação, precisa, pode ser obtida, e o erro será reduzido aumentando-se a tensão de coleta.

Os objetivos deste trabalho são a determinação da tensão de operação e a verificação do efeito de polaridade das câmaras de ionização de placas paralelas projetadas e construídas no IPEN^(1,2), através de medidas para a obtenção de suas curvas de saturação.

PARTE EXPERIMENTAL

Foram utilizadas quatro câmaras de ionização com placas paralelas do IPEN^(1,2); são de Lucite, com volume sensível de $0,6 \text{ cm}^3$, de forma circular, sendo duas com eletrodos coletores e anéis de guarda de alumínio (designadas por A₁ e A₂) e duas com eletrodos coletores e anéis de guarda de grafite (designadas

por C1 e C2). As câmaras foram conectadas ao eletrômetro digital modelo 617, Keithley & Co., EUA. Este instrumento possui alta sensibilidade permitindo medidas de resistência, corrente, carga e tensão⁽⁸⁾.

As medidas foram tomadas submetendo-se as câmaras aos campos padrões de radiação-X de energias baixas, no ar, à distância de calibração (50cm), utilizando-se o sistema pertencente ao Laboratório de Calibração de São Paulo composto por um tubo Philips, Bélgica, e um gerador modelo Geigerflex, Rigaku Denki Co. Ltd, Japão, cujas características estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1
Condições Experimentais do Sistema de Radiação-X
de Energias Baixas. Laboratório de Calibração, IPEN.

| Tensão Nominal (kV) | Corrente Nominal (mA) | Filtração Adicional (mmAl) | Energia Efetiva (keV) | Camada Semi-redutora (mmAl) |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 25 | 30 | 0,445 | 14,3 | 0,26 |
| 30 | 30 | 0,545 | 15,5 | 0,37 |
| 40 | 30 | 0,682 | 17,7 | 0,56 |
| 45 | 25 | 0,733 | 18,7 | 0,65 |
| 50 | 25 | 1,021 | 21,2 | 0,91 |

Para a variação da tensão aplicada às câmaras foi utilizada uma fonte de tensão modelo 900-358, Victoreen, EUA, acoplada ao eletrômetro. Este sistema permitiu, também, a inversão da polaridade, empregando-se para a confirmação dos valores aplicados um multímetro modelo 177, Keithley & Co., EUA.

As câmaras foram irradiadas tomando-se como referência a superfície das janelas de entrada e variando-se a tensão aplicada entre -300 e +300 V. Na região de corrente coletada nula, foi dada uma atenção especial, variando-se a tensão em intervalos de 0,1 V.

Todas as medidas, normalizadas para as condições normais de temperatura e pressão, representam o valor médio de cinco leituras. As incertezas associadas às medidas não ultrapassaram 0,5%.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

As curvas de saturação para as câmaras foram obtidas para todo o intervalo de energia de radiação disponível, como mostra a Figura 1. Nesta figura estão representados apenas os comportamentos das câmaras A₁ (Figura 1A) e C₁ (Figura 1B); as câmaras A₂ e C₂ mostraram respostas análogas.

Pode-se verificar que as câmaras demonstraram um comportamento esperado, com a saturação atingida acima de 100 V tanto para as câmaras com eletrodos coletores e anéis de guarda de grafite (C₁ e C₂), como para as câmaras que possuem eletrodos coletores e anéis de guarda de alumínio (A₁ e A₂). Isto significa dizer que a utilização de tais câmaras pode ser feita conectando-as aos tipos mais usuais de eletrômetros, como por exemplo os da Nuclear Enterprises Ltd., pois a tensão de operação, em geral, varia entre ± 200 e ± 300 V.

Na região de corrente de ionização nula, onde a variação da tensão aplicada foi em torno de 0,1 V, verificou-se que, mesmo quando não existe tensão, há um valor de corrente diferente de zero. Para as câmaras A₁ e A₂ o valor da corrente nula está na região de tensão entre -0,2 e -0,6 V e para as câmaras C₁ e C₂, entre -0,8 e -1,0 V.

A Tabela 2 apresenta a razão entre a carga coletada positiva (Q^+) e negativa (Q^-) em função da qualidade da radiação incidente para todas as câmaras estudadas, na região de saturação. Pode-se verificar que o efeito de polaridade encontra-se perfeitamente dentro do intervalo recomendado ($0,99 \leq Q^+/Q^- \leq 1,01$)⁽³⁾ para este tipo de câmara.

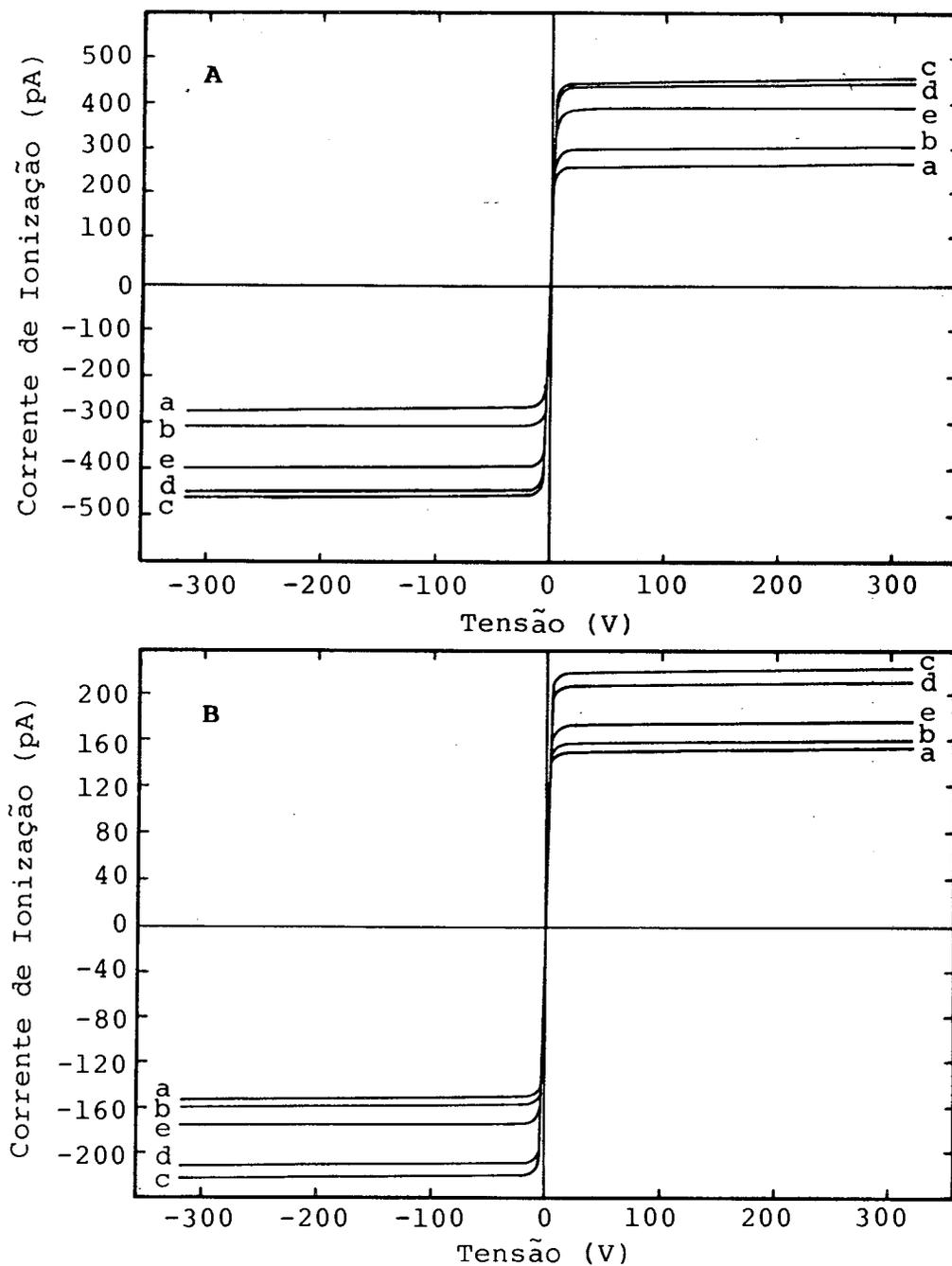


Figura 1 - Curvas de saturação para as câmaras de ionização de placas paralelas Al (curva A) e Cl (curva B) para as energias:
a - 14,3 keV; b - 15,5 keV; c - 17,7 keV; d - 18,7 keV;
e - 21,2 keV.

TABELA 2

Razão entre a carga coletada positiva (Q^+) e negativa (Q^-) para as quatro câmaras de ionização de placas paralelas, em função da energia, na região de saturação.

| Camada Semi-redutora (mmAl) | Tensão Aplicada à Câmara (V) | Q^+/Q^- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------|------|------|------|
| | | A1 | A2 | C1 | C2 |
| 0,26 | 100 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 200 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 300 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 |
| 0,37 | 100 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 0,99 |
| | 200 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 |
| | 300 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 |
| 0,56 | 100 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 200 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 300 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| 0,65 | 100 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 200 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 300 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 1,00 |
| 0,91 | 100 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 200 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| | 300 | 1,00 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |

REFERÊNCIAS

1. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS, L.V.E. New ionization chambers for beta and X-radiation. Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res., A 280:310-313, 1989.
2. ALBUQUERQUE, M.P.P. & CALDAS L.V.E. Projeto e construção de uma câmara de ionização de placas paralelas. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FÍSICOS EM MEDICINA. Físicos em medicina: anais do 2º congresso brasileiro de... realizado em São Paulo, 10-15 de outubro de 1987. p. 193-196.
3. ANDREO, P.; CUNNINGHAM, K.H.; HOHLFELD, K.; SVENSSON, H. Absorbed dose determination in photon and electron beams. An international code of practice. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1987. (Technical report series, 277).
4. ARAÚJO, M.M.; CECATTI, E.R.; ALMEIDA, C.E. Efeito da polaridade em câmaras de ionização cilíndricas expostas a feixes de elétrons de alta energia. Radiol. Bras., 19(4):222-225, 1986.
5. BOAG, J.W. Ionization chambers. In: KASE, K.R.; BJÄRNGARD, B.E.; ATTIX, F.H. eds. The dosimetry of ionizing radiation. New York, N.Y. Academic, 1987. V.2, p.169-243.
6. CAMPOS, C.A.A.L. Construção, calibração e testes de uma câmara de ionização para medidas de exposição na região de 40 a 1250 keV. Rio de Janeiro, 1982. (Dissertação de Mestrado, Univ. Estadual do Rio de Janeiro).
7. FALLONE, B.G. & PODGORŠAK, E.B. Saturation curves of parallel-plate ionization chambers. Med. Phys., 10(2):191-196, 1983.
8. INSTRUCTION manual for model 617. Programmable electrometer. Cleveland, Ohio, Keitley Instruments, 1984.