

JUNÇÕES SEMICONDUTORAS P-N UTILIZADAS COMO DETETORES DE RAIOS-X.  
Carlos Alberto Pelé, José Luiz Brucó, Elcio Aparecido Naves, El  
Jereis de Paula e Thomaz Ghilardi Netto - (Centro de Instrumenta  
ção, Dosimetria e Radioproteção da Faculdade de Filosofia, Ciên  
cias e Letras de Ribeirão Preto - USP).

#### INTRODUÇÃO

Junções semicondutoras P-N especialmente construídas tem sido utilizadas extensivamente a cerca de duas décadas como dete tores de radiação<sup>(1)</sup>. Mais recentemente diodos semicondutores de silício foram testados<sup>(2-3)</sup> para uso em medidas radiológicas nu ma ampla faixa de energia que vai desde poucas dezenas de keV até cerca de 10 MeV. Isto porque a mesma produz uma corrente 18000 vezes maior que uma câmara de ionização de mesmo volume sensível. Esta junção, na forma de um diodo, devido ao seu tama nho reduzido apresenta facilidade de manuseio e permite com gran de precisão o mapeamento da campos de radiação, além de neces sitar uma eletrônica mais simples e compacta com relação a usada em uma câmara de ionização.

O objetivo principal deste trabalho foi de caracterizar a resposta em corrente de algumas junções semicondutoras P-N co merciais em função da incidência de raios-X, na faixa de 40 a 140 kVp utilizada em diagnóstico. Algumas junções foram submetidas também a radiação de 80 a 250 kVp utilizada em terapia.

#### PARTE EXPERIMENTAL

Algumas junções foram utilizadas nos próprios componen tes eletrônicos originais. Outras foram montadas livre de seus in válucros em suporte de acrílico com contatos metálicos de dimen sões reduzidas visando minimizar a influência dos mesmos (fig.1).

As correntes geradas pelas junções são obtidas com as me s mas em curto circuito, em configuração equivalente a da fig.2, ou medindo-se o potencial sobre um resistor conectado em >parale lo com a junção, e cuja resistência deverá ser bem inferior a da junção. Isto porque a voltagem gerada pela junção não é linear com a exposição a radiação, além de ser fortemente dependente da temperatura.

Como fontes de raios-X utilizou-se um Phillips-DL 42 pa ra diagnóstico e um Siemens-Stabilipan para terapia.

As correntes desenvolvidas nas junções foram comparadas com as obtidas em câmaras de ionização de 0,6 e 15cc da Keithley Instruments colocadas ao lado das mesmas junções. Tomaram-se precauções para que o conjunto câmara-junção estivessem expostos a radiação de mesma qualidade e intensidade.

#### RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os diodos testados correspondem aos da série 4000 de 1A e diodos de 3 a 6A. Pode-se observar variações muito grandes na sensibilidade dos componentes, mesmo para aqueles com características eletrônicas semelhantes. Isto se deve principalmente as características de montagem e materiais diferentes usados pelos diversos fabricantes. Os contatos elétricos e resinas envoltórias se interpondo ao feixe agem como filtragens seletivas modificando a sensibilidade ao espectro de raios-X e criando as vezes grande dependência angular.

A resposta em corrente mostrou-se linear em toda a faixa de medida com taxas de exposição até 2,5 R/s. Uma ligeira instabilidade e afastamento de cerca de 10% se nota para pequenas taxas de exposição de algumas dezenas de mR/s. Com certos cuidados taxas de 5 mR/s poderão ser detectadas com as junções semicondu toras.

As figuras 3 e 4 mostram curvas típicas de calibração para diodos da série 4000 para diferentes taxas de exposição e qualidades de feixe correspondentes a diversas kilovoltagens de tubo e filtragem. Como pode se observar as inclinações variam ligeiramente conforme varia a qualidade do feixe de raios-X. As figuras 5 e 6 mostram as curvas de calibração para a junção de um diodo 6A2 cuja pastilha foi montada sobre o suporte de acrílico (fig.1). Cada ponto indicado corresponde a diferentes kilovoltagens do tubo de raios-X sendo a dependência, com a energia característica do feixe, menor do que 5% sem filtragem adicional e se acentua conforme aumenta proporção de fótons de maior frequência no feixe. Esta dependência com a energia se torna mais evidente, na faixa de 80 a 250 kVp, com feixes de raios-X fortemente filtrados, utilizados em terapia. A junção chega a apresentar uma perda de sensibilidade, relativa ao da câmara de ionização, para as energias de feixes maiores, sendo o fator de calibração para 80 kVp três vezes menor que aquele para 250 kVp.

Resultados semelhantes aos anteriores foram obtidos para

pastilhas de transistores do tipo 2N3055 e TIP 41 onde se utilizou a junção coletor-base. Esta configuração fornece 5 vezes mais corrente, por taxa de exposição, que a junção base-emissor.

A dependência das correntes geradas pela junção com a temperatura para os diodos da série 4000 é menor do que 2% na faixa de 10 a 40°C.

Utilizando-se fatores de conversão apropriados para as diferentes faixas de energia do feixe; e considerando-se a facilidade de obtenção e o pequeno volume da junção, aliada aos altos níveis de corrente elétrica gerada, em comparação a da câmara de ionização, possibilitam a utilização da junção P-N em um grande número de aplicações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. F.H. MITTIX, W.C.ROESCH. - Radiation dosimetry, vol.II, Academic Press, (1966).
2. R.L.DIXON and K.E.EKSTRAND. - Silicon diode dosimetry, INT.J. Appl.Radiat.Isot., vol.33, 1171, (1982).
3. L.D.GAGER. - Silicon diode detector used in radiological measurements. Development of an Energy Compensating Shield, Medical Physics, VI. 4,494, (1977).

FINEP - CNPq - FAPESP

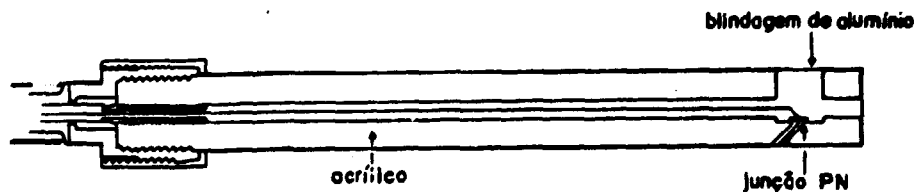


Fig. 1 - Corte esquemático do suporte da junção PN.

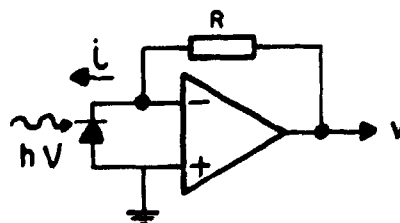


Fig. 2 - Configuração eletrônica simplificada para detecção da corrente gerada na junção PN.

