

# Efeitos da Radiação ionizante (TID) em um circuito retificador de meia onda

Alexis Cristiano Vilas Bôas<sup>1</sup>, Professora Dra. Marcilei A. Guazzeli da Silveira

<sup>1</sup> Departamento de Física, Centro Universitário FEI

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

**Resumo:** Dispositivos eletrônicos expostos à radiação ionizante podem sofrer danos que podem alterar as propriedades que caracterizam o dispositivo, modificando os parâmetros elétricos e, no caso de memórias ou processadores, podendo modificar as informações contidas nesses dispositivos. Neste trabalho foi investigada a influência da dose total de radiação ionizante (TID: Total Ionizing Dose) sobre o funcionamento do circuito retificador de meia-onda, mais especificamente nos diodos que o compõe. Foi observado que apesar da dose de radiação acumulada nos dispositivos modificarem sua funcionalidade, o sinal do circuito é pouco alterado. Irradiou-se ambos os diodos, com encapsulamento e também sem encapsulamento, para então testá-los no circuito e verificar suas influências.

## 1. Introdução

Dispositivos eletrônicos podem sofrer danos através dos efeitos gerados por radiação ionizante acumulada nos materiais que o compõem. Esses danos podem ocorrer basicamente por três mecanismos: Dose Total Ionizante (TID), Efeito de Evento Único (SEE) e Dano por Deslocamento (DD). Estes efeitos podem ser transitórios ou permanentes, através das mudanças dos parâmetros característicos responsáveis pela funcionalidade de um dispositivo. No caso de um diodo, um exemplo é a mudança que ocorre na tensão  $V_d$ , sendo este um dos principais danos permanentes devido a efeitos de dose de radiação ionizante total acumulada no dispositivo (TID) [1]. Para estudar o comportamento de dispositivos nessas condições, é necessário saber caracterizá-lo adequadamente, de acordo com os danos causados por uma determinada dose de radiação, e pelo tipo de radiação ionizante. Este projeto de pesquisa visa estudar efeitos da radiação ionizante proveniente de raios-X em dispositivos eletrônicos convencionais, especificamente os diodos Retificadores e Zener. Também foi investigado o efeito da radiação no circuito Retificador que os possui. Os diodos e o circuito foram expostos a taxas de dose de radiação de raios X, modificando o tempo de exposição e a intensidade do feixe de raios X, com a finalidade de estudar como esses parâmetros influenciam nas suas características. A análise foi feita sobre a funcionalidade de cada diodo antes e após serem expostos à radiação ionizante assim como também os sinais do circuito foram verificados antes e após irradiação.

## 1.1. Circuito retificador

O circuito retificador de meia-onda tem a função de transformar uma tensão de alimentação alternada em uma tensão contínua regulada na tensão escolhida, e foi escolhido pelo simples motivo dele ser muito simples e ao mesmo tempo bastante robusto, além de oferecer duas variedades de diodo à ser estudados, o retificador e o zener.[2] Na Figura 1 é possível observar o esquema do circuito retificador estudado neste projeto

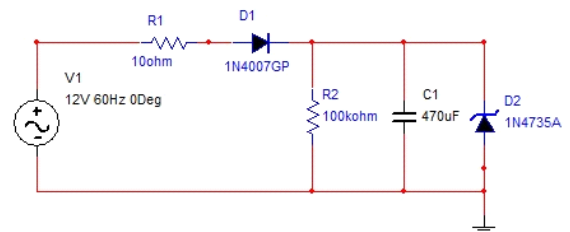


Figura 1 - Circuito retificador de meia-onda.

## 2. Metodologia

Para expor os diodos aos efeitos de radiação ionizante, foi utilizado um difratômetro de raios-X Shimadzu XRD-6100 alocado no Laboratório de Efeitos da Radiação Ionizante – LERI, no Centro Universitário FEI. Dois diodos, um deles Retificador: 1N4007, e outro Zener: 1N4735, foram irradiados com taxas de dose de 193,8 rad (Si)/s até acumularem doses totais de 3490,2 rad. A energia efetiva dos raios-X utilizada neste experimento foi 10 keV [3]. Os Diodos foram mantidos a 13 cm da fonte de raios-X, e foram analisados com uma plataforma PXI-National.

A tensão de  $V_d$  e também a tensão de ruptura, foram retirados a partir do método de aproximação à reta tangente. Utiliza-se o gráfico em monolog e aproxima-se a curva a uma reta[2].

## 3. Resultados

As Figuras 2, 3 e 4 mostram as curvas características  $I_d \times V_d$  obtidas após duas irradiações, ou seja 1745,2 rad de dose acumulada, seguido por 3490,2 rad de dose acumulada. Todavia, a figura 2 configura o dispositivo DR encapsulado, o comportamento para o DZ foi o mesmo, não houve mudança enquanto encapsulado, já as Figuras 3 e 4 são referentes aos os dispositivos desencapsulados, ou seja,

neste caso foi removida a camada de epoxy que envolve cada dispositivo.

As tabelas 1 e 2 mostram os valores obtidos graficamente para o parâmetro VD (VZ).

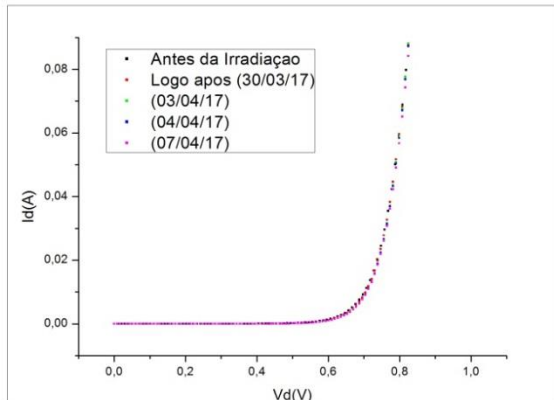


Figura 2 – Curvas características obtidas para o diodo Retificador (DR), antes e após acumular 3490,2 rad. Neste caso o dispositivo se encontrava encapsulado.

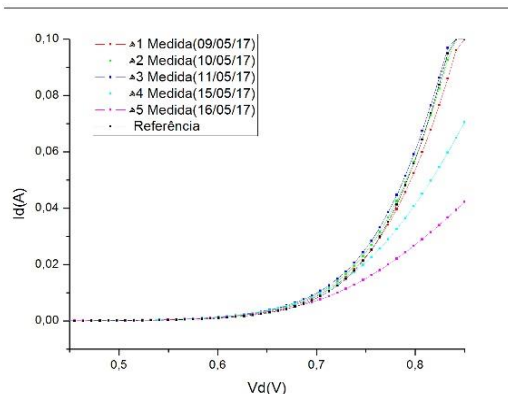


Figura 3 - Curva característica obtida para o Diodo Retificador (DR) antes e após acumular 3490,2 rad. O dispositivo se encontrava desencapsulado

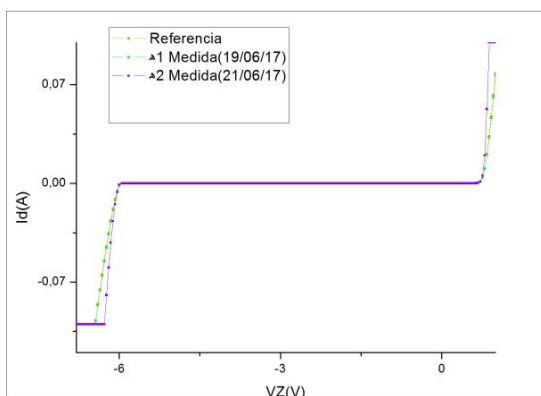


Figura 4 – Curva característica obtida para o Diodo Zener (DZ) antes e após acumular 3490,2 rad. O dispositivo se encontrava desencapsulado

Tabela I – Valores de Vd obtidos para o Diodo retificador, antes da irradiação (Vref), após a irradiação, até atingir um equilíbrio em temperatura ambiente.

Vref	0,710 V
1ª MED	0,715 V
2ª MED	0,702 V
3ª MED	0,689 V
4ª MED	0,678 V
5ª MED	0,665 V
V ESTABILIZAÇÃO	0,599 V

Tabela 2 – Valores de Vz obtidos para o Diodo Zener, antes da irradiação (Vref), após a irradiação, até atingir um equilíbrio em temperatura ambiente.

Vzref	-6,37 V
1ª MED	-6,56 V
2ª MED	-6,33 V
VZ ESTABILIZAÇÃO	-6,35 V

O sinal do circuito não apresentou modificação significativa mesmo mediante as alterações de funcionalidade apresentadas no diodo retificador.

#### 4. Conclusões

Com o encapsulamento não houve mudança significativa, foi praticamente a mesma, em todas as doses, já após desencapsular observou diferenças:

Embora o DR tenha variado muito em sua Tensão VD, de 0,702 V à 0,599 V (tensão de estabilização), como resultado final do circuito retificador de meia-onda não houve mudança significativa na tensão de retificação, anteriormente apresentou-se 5,2 V, após 5,25 V. Ou seja a tensão VD não tem, ou tem muito pouca influência na tensão de retificação.

O DZ é o diodo que dita a tensão de retificação no circuito retificador de meia-onda, ou seja a variação deste deve influenciar diretamente o circuito, todavia a variação do VZ foi muito pequena, antes -6,37, após -6,35. Ou seja a retificação final ficou praticamente a mesma. A tensão de retificação ficou em 5,19542, anteriormente 5,2 V.

#### 5. Referências

- [1] JOHNSTON, Allan. California Institute of Technology, USA. 2010.
- [2] SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. Microeletrônica. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2000.
- [3] SCHRODER, D. K. 3 ed. Hoboken: IEEE, 2006.

#### Agradecimentos

Ao Centro Universitário da FEI, Departamento de Física, Departamento de materiais e a todos que auxiliaram no projeto.