

EFEITOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE (TID) EM UM CIRCUITO RETIFICADOR DE MEIA ONDA

Alexis Cristiano Vilas Bôas¹, Dra. Marcilei A. Guazzelli¹

¹ Departamento de Física, Centro Universitário FEI

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

Resumo: O projeto teve como objetivo estudar os efeitos da radiação ionizante no circuito retificador de meia onda. A radiação foi gerada por um difratômetro de Raio X, portanto os diodos, Retificador e Zener, sofreram em quase sua totalidade por efeitos de dose ionizante total (TID), resultando em um acúmulo de cargas nas estruturas dielétricas dos diodos. Afetando parâmetros elétricos como a tensão de condução (V_D). Utilizou-se de três métodos de irradiação para efeito de correlação entre os mecanismos físicos responsáveis pelas variações nos parâmetros elétricos dos dispositivos estudados e também para verificar a eficiência do circuito retificador diante taxas diferentes de radiação.

1. Introdução

Danos em dispositivos eletrônicos podem ser gerados através dos efeitos radioativos, que são observados basicamente por três mecanismos: Dose Total Ionizante (TID – Total Ionizing Dose) resultado, principalmente, do acúmulo de cargas nas estruturas dielétricas de semicondutores. Efeito de Evento Único (SEE – Single Event Effect) causado pela incidência de uma partícula ionizante de elevada energia em uma região sensível do circuito ou dispositivo e Dano por Deslocamento (DD – Displacement Damage) provocado pela interação entre partícula incidente e a rede cristalina do material, danificando sua estrutura. Estes efeitos podem ser transitórios ou permanentes, a mudança da tensão V_D do diodo é um dos exemplos dos tais danos. Para observar as alterações dos parâmetros característicos de um dispositivo, a análise de dados foi extremamente importante.

1.1. Circuito Retificador de meia onda

O circuito retificador de meia onda, tem a função de transformar uma tensão de alimentação alternada em uma tensão contínua regulada na tensão escolhida [2]. A tensão escolhida foi de 5,92 V, devido ao modelo do diodo Zener escolhido. Este circuito tem uma montagem simples, mas é ao mesmo tempo bastante robusto à interferências, além de oferecer duas variedades de diodos à serem estudados. A Figura 1 apresenta o circuito retificador de meia onda.

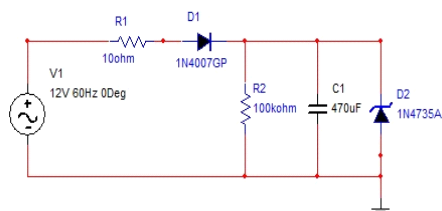


Figura 1 - Circuito retificador de meia-onda.

2. Metodologia

A exposição do circuito à radiação ionizante foi efetuada no Laboratório de Efeitos da Radiação Ionizante (LERI) presente no Centro Universitário FEI, usando um difratômetro Shimadzu XRD-6100. Os diodos foram desencapsulados no Laboratório de Materiais da FEI e caracterizados através da plataforma PXI utilizando LabView e sua linguagem de programação. A Figura 2 mostra os diodos desencapsulados prontos para a irradiação e a Figura 3 o difratômetro.

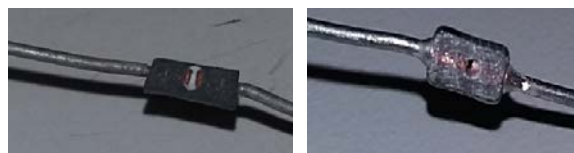


Figura 2 – Diodo Retificador e Diodo Zener.



Figura 3 – Shimadzu XRD-6100.

2.1. Três métodos de Irradiação

Com o intuito de adquirir mais informação sobre os mecanismos físicos, as amostras foram irradiadas em três métodos diferentes, pois tanto quanto a dose quanto a taxa de radiação utilizada podem alterar totalmente o resultado da irradiação. No primeiro método foram feitas duas irradiações com intervalo de uma semana, para demonstrar o efeito de baixas doses, o segundo foram cinco irradiações com intervalo de um dia, para demonstrar o efeito de altas doses e o terceiro método contou com oito irradiações com intervalo de 10 minutos, para demonstrar o efeito da combinação altas doses e altas taxas de radiação. A tabela I mostra o resumo dos métodos.

Tabela I – Resumo dos três métodos.

MÉTODO	1°	2°	3°
TAXA DE DOSE	(3,2±0,2) rad(Si)/min	(566±30) rad(Si)/min	(1204±60) rad(Si)/min

DOSE TOTAL	(3490±174) rad	(250±12) krad	(96±5) krad
---------------	-------------------	------------------	----------------

3. Curvas características

Será apresentado apenas uma curva representativa para cada método como forma de exemplificar o resultado. A Figura 4 mostra o diodo Retificador após o primeiro método. A Figura 5 mostra o diodo Zener após o segundo método e A Figura 6 mostra o diodo Retificador após terceiro método. Foi observado que o primeiro método apresentou a maior variação na V_D , todavia o V_Z em todos os métodos variou pouco.

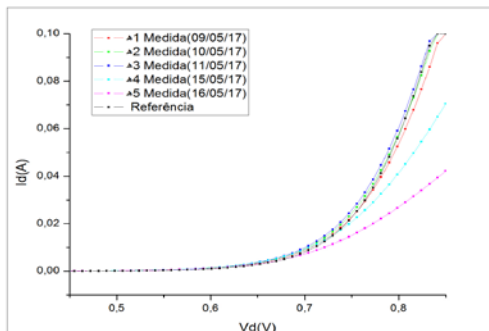


Figura 4 – Curva $I_d \times V_d$ para o diodo Retificador no primeiro método.

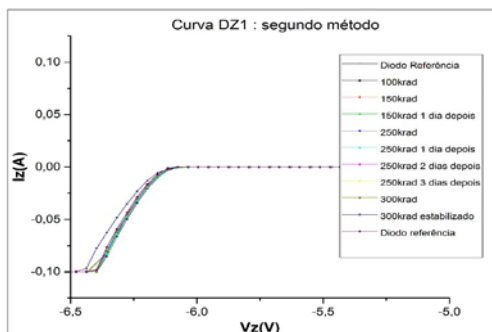


Figura 5 – Curva $I_z \times V_z$ para o diodo Zener no segundo método.

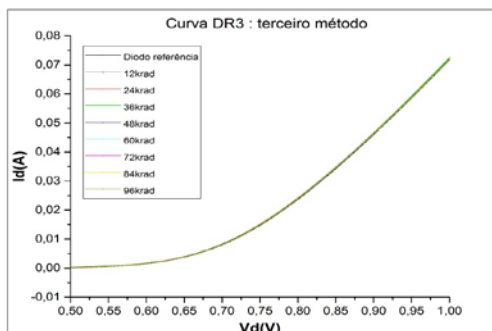


Figura 6 – Curva $I_d \times V_d$ para o diodo Retificador no terceiro método.

4. Resultados

Para obtenção das várias tensões de retificação do circuito foram feitos vários testes mudando apenas os

diodos. A Tabela II mostra a tensão de retificação para cada configuração do circuito, aonde “DR” representa o diodo retificador e “DZ” o Zener, o número após o tipo do diodo representa a ordem em que ele foi irradiado. Por exemplo o “DR2” foi irradiado depois do “DR1”, todavia ambos pertencem ao 2º método. E quando for utilizado apenas DR ou DZ quer dizer que foi utilizado o diodo sem irradiação.

Tabela II – Tensões de Retificação.

MÉTODO	DIODOS	Tensão retificada(V)
1º	DR0/DZ0	5,90
2º	DR1/DZ	5,95
2º	DR2/DZ	6,06
2º	DR/DZ1	5,93
2º	DR/DZ2	5,94
2º	DR1/DZ1	5,92
2º	DR1/DZ2	5,91
2º	DR2/DZ2	5,94
3º	DR3/DZ	6,10
3º	DR3/DZ1	5,95
3º	DR3/DZ2	5,96

5. Conclusões

Considerando a tensão de retificação sem irradiação de 5,9 V e observando a caracterização de onze combinações do circuito, observa-se resultados muito próximos à referência, a menor tensão veio pelo primeiro método e foi de 5,9 V e a maior tensão foi de 6,10 V, proveniente do terceiro método. A tensão de retificação do circuito variou de apenas 3,38 % que está dentro dos 5% do erro percentual da medição, concluindo que o circuito retificador de meia onda é robusto à radiação para estes três métodos. E mesmo com o efeito da radiação acumulada (TID), a região de junção modificada pelo aprisionamento de cargas, e a variação da função de trabalho (ϕ) nos dispositivos, houve pequenas variações na tensão retificada, devido ao fato de que é o diodo Zener que dita a tensão de retificação no circuito, e para todos os métodos o diodo Zener sofreu pouca variação nos seus parâmetros.

6. Referências

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

Agradecimentos

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

¹ Aluno de IC FAPESP. Projeto com vigência de 12/17 a 06/18