

**Universidade de Brasília**

**FGA0100 - Prática de Física dos Dispositivos  
Eletrônicos – 2024/2**



## **Experimento 8 – Diodos Schottky e Zener**

**Por:**

Kece Line Oliveira 19/0110791

André Jacinto Rodrigues 22/1007822

Brasília

7 de fevereiro de 2025

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
1.1	Objetivo do Experimento . . . . .	2
1.2	Fundamentação Teórica . . . . .	2
1.2.1	Diodos Schottky . . . . .	2
1.2.2	Diodos Zener . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Materiais e Equipamentos</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Metodologia Experimental</b>	<b>4</b>
3.1	Parte I: Diodo Schottky . . . . .	4
3.2	Parte II: Diodo Zener . . . . .	4
3.3	Parte III: Circuito Clipper . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	<b>6</b>
4.1	Parte I: Diodo Schottky . . . . .	6
4.2	Parte II: Diodo Zener . . . . .	8
4.3	Parte II: Circuito Clipper Zenner . . . . .	9
4.4	Simulações . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>11</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Objetivo do Experimento

O experimento teve como objetivo estudar o comportamento dos diodos Schottky e Zener obtendo as curvas características de corrente ( $I$ )  $\times$  tensão ( $V$ ), e a extração dos parâmetros principais dos modelos.

## 1.2 Fundamentação Teórica

Os diodos semicondutores desempenham um papel fundamental na eletrônica moderna, devido à sua capacidade de conduzir corrente em uma direção preferencial [1]. Entre os diversos tipos de diodos existentes, destacam-se os diodos Schottky e Zener, que apresentam propriedades únicas e amplamente exploradas em aplicações eletrônicas [2].

### 1.2.1 Diodos Schottky

O diodo Schottky é um dispositivo semicondutor que utiliza a junção metal-semicondutor em vez da tradicional junção p-n. Essa configuração resulta em um dispositivo com características únicas, como:

- **Baixa queda de tensão direta ( $\Delta V_f$ ):** A tensão de condução é tipicamente entre 0,15 e 0,45 V, menor que a dos diodos de silício convencionais (0,7 V). Isso reduz as perdas por potência e melhora a eficiência em aplicações de alta frequência [3].
- **Alta velocidade de comutação:** Devido à ausência de cargas armazenadas na junção, os diodos Schottky apresentam tempos de recuperação muito rápidos, sendo ideais para circuitos de alta frequência e aplicações em chaveamento.
- **Corrente de fuga:** Apesar das vantagens, o diodo Schottky apresenta uma corrente de fuga inversa maior do que a dos diodos convencionais, o que pode limitar seu uso em determinadas aplicações [4].

Essas propriedades tornam os diodos Schottky adequados para uso em fontes de alimentação chaveadas, retificadores de alta frequência e circuitos de proteção contra sobretensão.

### 1.2.2 Diodos Zener

O diodo Zener é projetado para operar em condições de polarização reversa, aproveitando o fenômeno de avalanche ou tunelamento quântico para manter uma tensão constante em seus terminais. As principais características do diodo Zener incluem:

- **Regulação de tensão:** O diodo Zener é utilizado como regulador de tensão em circuitos, fornecendo uma tensão de referência estável mesmo quando a tensão de entrada ou a carga variam [3].
- **Tensão de avalanche controlada:** A tensão Zener é determinada durante o processo de fabricação e pode variar de alguns volts até dezenas de volts, dependendo da dopagem e das propriedades do semicondutor [3].
- **Aplicativos em proteção contra picos de tensão:** O diodo Zener é frequentemente utilizado para proteger circuitos sensíveis contra sobretensões transitórias [3].

A operação do diodo Zener em região de ruptura é essencial para seus usos em reguladores de tensão e circuitos de referência. Sua tensão de ruptura é cuidadosamente ajustada por meio do controle do nível de dopagem durante o processo de fabricação [4].

## 2 Materiais e Equipamentos

Os materiais e equipamentos utilizados no experimento foram:

- **Osciloscópio:** Utilizado para visualizar a curva  $V \times I$  nos diodos.
- **Gerador de Onda:** Empregado para gerar uma onda senoidal no circuito com os diodos.
- **Resistor  $1k\Omega$ :** Empregado para controlar a corrente nos diodos
- **Diodos Zener (1N4735A) e Schottky (1N5819):** Objetos de estudo do experimento.

### 3 Metodologia Experimental

#### 3.1 Parte I: Diodo Schottky

- Foi montado o circuito com o diodo Schottky:

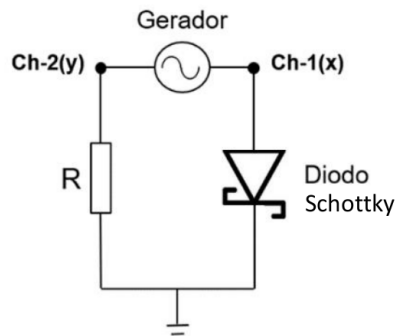


Figura 1: Circuito Schottky

- Conectar o osciloscópio para medir a tensão no resistor e a tensão no diodo em dois canais separados. Usar a função de plotagem do tipo X-
- Configurar o gerador para uma onda senoidal de 30 Hz com amplitude ajustável ao que é possível conferir no osciloscópio.
- Obter a curva  $I \times V$  que passa pelo 1º quadrante ( $V > 0, I > 0$ ) e pelo 3º quadrante ( $V < 0, I < 0$ ).

#### 3.2 Parte II: Diodo Zener

- Foi montado o circuito com o diodo Zener:

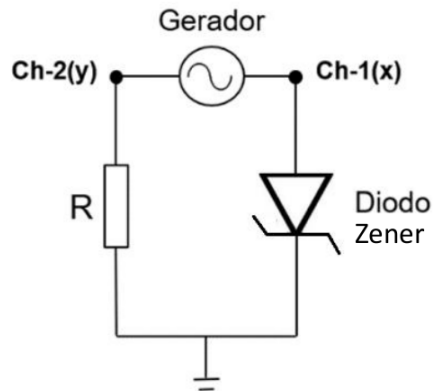


Figura 2: Circuito Zener

- Conectar o osciloscópio para medir a tensão no resistor e a tensão no diodo em dois canais separados. Usar a função de plotagem do tipo X-Y.
- Configurar o gerador para uma onda senoidal de 30 Hz com amplitude ajustável ao que é possível conferir no osciloscópio.
- Obter a curva  $I \times V$  que passa pelo 1º quadrante ( $V > 0, I > 0$ ) e pelo 3º quadrante ( $V < 0, I < 0$ ).

### 3.3 Parte III: Circuito Clipper

- Foi montado o circuito Clipper:

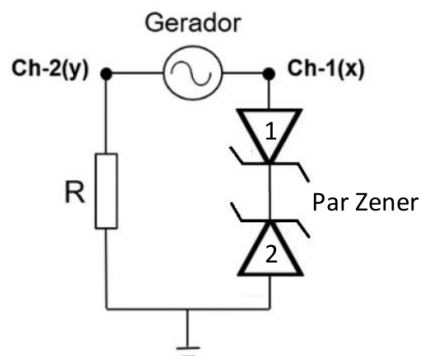


Figura 3: Esquemático do circuito Clipper

- Conectar o osciloscópio para medir a tensão no resistor e a tensão no diodo em dois canais separados. Usar a função de plotagem do tipo X-Y.
- Configurar o gerador para uma onda senoidal de 30 Hz com amplitude ajustável ao que é possível conferir no osciloscópio.
- Obter a curva  $I \times V$  que passa pelo 1º quadrante ( $V > 0, I > 0$ ) e pelo 3º quadrante ( $V < 0, I < 0$ ).

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Parte I: Diodo Schottky

Sendo obtida a curva para o diodo Schottky:

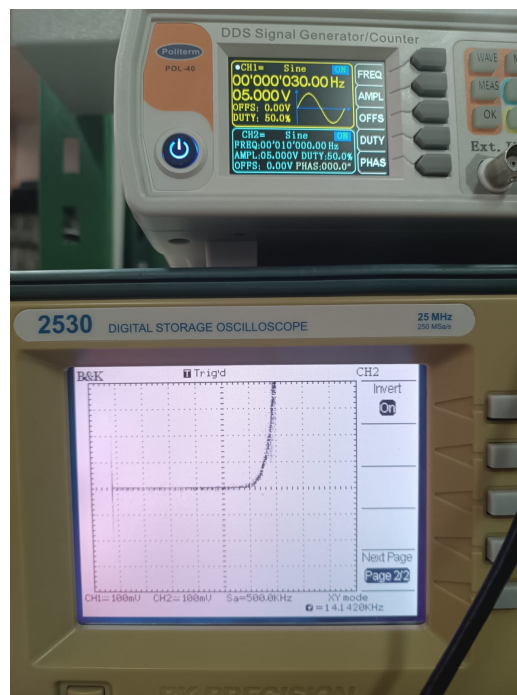


Figura 4: Curva do Diodo Schottky

É possível, assim, estimar os parâmetros  $V_D$ ,  $R_D$ :

- $V_D = 160 \text{ mV}$  (tensão mínima necessária para o diodo começar a conduzir corrente significativamente). Esta é possível ser encontrada

traçando uma reta tangente á curva exponencial do diodo:

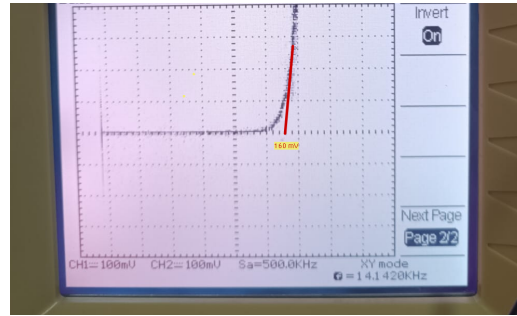


Figura 5:  $V_D$  estimado do diodo Schottky

- $R_D$  é a Resistência Diferencial e pode ser calculada a partir de pontos obtidos na região de condução direta, onde a corrente aumenta exponencialmente com a tensão:

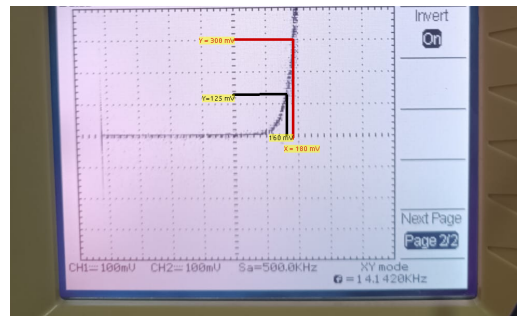


Figura 6: Pequenas variações nas tensões X e Y no osciloscópio ( $X_0 = 0,160V$ ,  $X_1 = 0,180V$ ,  $Y_0 = 0,000125V$ ,  $Y_1 = 0,0003V$ )

Sendo  $Y_0$  e  $Y_1$  tensões medidas no resistor de  $1\text{ k}\Omega$ , Assim as correntes  $I_0$  e  $I_1$  serão:

$$I_0 = \frac{V_0}{R} = \frac{0,125}{1000} = 125\mu A$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R} = \frac{0,3}{1000} = 300\mu A$$

Dessa forma, sendo  $X_0$  e  $X_1$  as tensões no diodo:

$$R_D = \frac{dV}{dI} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0,180 - 0,160}{0,0003 - 0,000125} = 114,28\ \Omega$$



## 4.2 Parte II: Diodo Zener

Sendo obtida a curva para o diodo Zener:

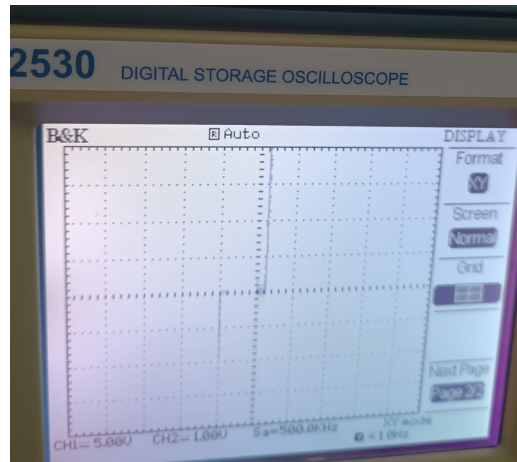


Figura 7: Curva do Diodo Zener

É possível, assim, estimar os parâmetros  $V_B$ ,  $V_D$  e  $R_D$ :

- $V_B = -5V$  (tensão mínima necessária para o diodo começar a conduzir corrente reversa significativamente).
- $V_D = 0,2V$

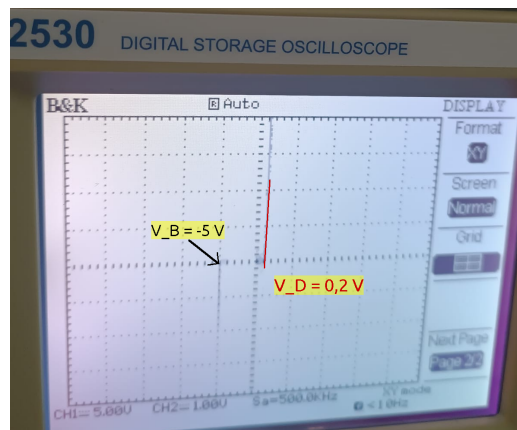


Figura 8: Estimação de parâmetros para a curva do diodo Zener

- $R_D$ :

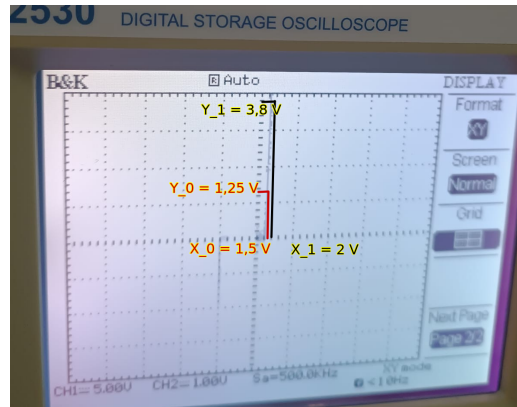


Figura 9: Pequenas variações nas tensões X e Y no osciloscópio ( $X_0 = 1,5V$ ,  $X_1 = 2V$ ,  $Y_0 = 1,25V$ ,  $Y_1 = 3,8V$ )

$$I_0 = \frac{V_0}{R} = \frac{1,25}{1000} = 1,25mA$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R} = \frac{3,8}{1000} = 3,8mA$$

Dessa forma, sendo  $X_0$  e  $X_1$  as tensões no diodo:

$$R_D = \frac{dV}{dI} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{2 - 1,5}{0,0038 - 0,00125} = 196,08 \Omega$$

### 4.3 Parte II: Circuito Clipper Zenner

Foi obtida a curva  $V \times I$  para o circuito Clipper Zener:

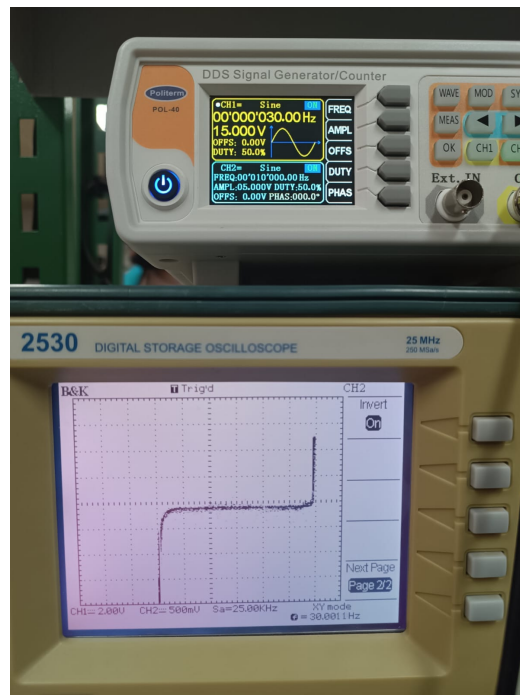


Figura 10: Curva para o circuito Clipper Zener

## 4.4 Simulações

Abaixo as simulações no Scilab para os diodos Schottky e Zener:

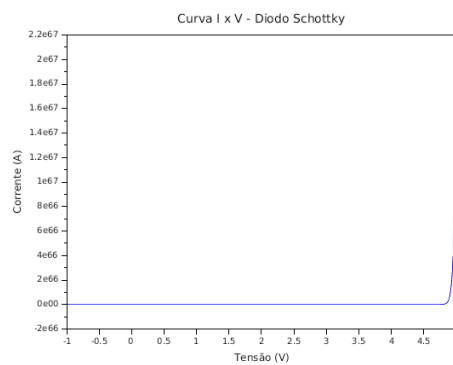


Figura 11: Simulação da Curva do Diodo Schottky

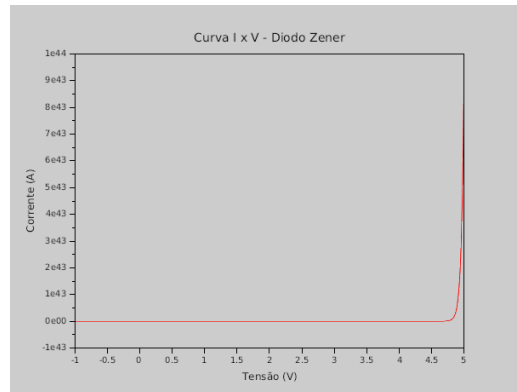


Figura 12: Simulação da Curva do Diodo Zener

## 5 Conclusão

O experimento permitiu verificar as diferenças de comportamento entre os diodos Schottky e Zener bem como suas possíveis aplicações. Os resultados obtidos observando as curvas no osciloscópio foram coerentes com a teoria, demonstrando, de forma prática, os modelos matemáticos. Assim, foi possível entender melhor a relação entre a corrente e a tensão em um diodo, assim como seus limites de operação.

## Referências

- [1] Robert L. Boylestad and Louis Nashelsky. *Eletrônica: Teoria de Circuitos e Dispositivos Eletrônicos*. Pearson, 2017.
- [2] Adel S. Sedra and Kenneth C. Smith. *Microeletrônica*. Bookman, 2015.
- [3] Thomas L. Floyd. *Dispositivos Semicondutores e Circuitos Eletrônicos*. Pearson, 2013.
- [4] Jacob Millman and Christos Halkias. *Dispositivos eletrônicos e circuitos*. McGraw-Hill, 2000.