

**UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
ESCOLA DO MAR, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

RELATÓRIO 07

Diodo Zener

por

Stephen Michael Apolinário

Relatório 07 referente a M1 de eletrônica básica.
Professor(a): Walter Gontijo

Itajaí (SC), agosto de 2022

RESUMO

APOLINÁRIO, Stephen Michael. RELATÓRIO REFERENTE A M1 DE ELETRÔNICA BÁSICA. Itajaí, 2022. 15 f. Engenharia De Computação, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2022.

Neste relatório, será tratado os conteúdos vistos na aula de dia 09 de agosto de 2022, na Univali Itajaí, durante a matéria de Eletrônica Básica, ministrada pelo professor Walter Antonio Gontijo, na qual foi abordado os conceitos de diodos zener.

Palavras-chave: Diodo, Regulador, Zener, Eletrônica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Circuito 01	8
Figura 2 – Circuito 01 - Com substituição do Zener por fonte	8
Figura 3 – Simulação: Circuito 01	9
Figura 4 – Circuito 02	10
Figura 5 – Circuito 02 - Com substituição do Zener por fonte e resistor	10
Figura 6 – Comportamento de um diodo Zener	11
Figura 7 – Simulação: Circuito 02 - Com fonte de 10V	12
Figura 8 – Simulação: Circuito 02 - Com fonte em 12V	13

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 01	9
Quadro 2 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02 - 10V	14
Quadro 3 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02 - 12V	14

SUMÁRIO

1	OBJETIVOS	6
2	INTRODUÇÃO	7
3	DESENVOLVIMENTO	8
3.1	Diodo Zener - Modelo Simplificado	8
3.1.1	Circuito 1 com fonte de tensão em 12V	9
3.2	Regulador Zener de Modelo Linear	10
3.2.1	Fonte em 10V	10
3.2.2	Fonte em 12V	13
4	CONCLUSÃO	15

1 OBJETIVOS

Os objetivos deste relatório possuem obter o conhecimento dos seguintes tópicos:

- 1) Diodo Zener
- 2) Regulador Zener
- 3) Avaliar o funcionamento do Zener (Simplificado e Equivalente)

2 INTRODUÇÃO

O presente relatório será observado o comportamento do diodo Zener usando os modelos de avaliação Simplificado e Linear, e o funcionamento do Regulador de tensão. Diodo Zener (também conhecido como diodo regulador de tensão , diodo de tensão constante, diodo de ruptura ou diodo de condução reversa) é um dispositivo ou componente eletrônico semelhante a um diodo semicondutor, especialmente projetado para trabalhar sob o regime de condução inversa, ou seja, acima da tensão de ruptura da junção PN, neste caso há dois fenômenos envolvidos: o efeito Zener e o efeito avalanche.

O dispositivo leva o nome em homenagem a Clarence Zener, que descobriu esta propriedade elétrica. Para que o diodo Zener opere adequadamente como regulador de tensão é necessário introduzir um resistor que limite a corrente inversa através do diodo a um nível inferior ao valor máximo especificado pelo fabricante. O diodo deve ser conectado em paralelo com a carga, que fica assim submetida à mesma tensão existente entre os terminais do Zener.

Será realizado as comparações do comportamento do Regulador entre os modos teóricos e práticos no qual serão simulados no programa Multisim.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 DIODO ZENER - MODELO SIMPLIFICADO

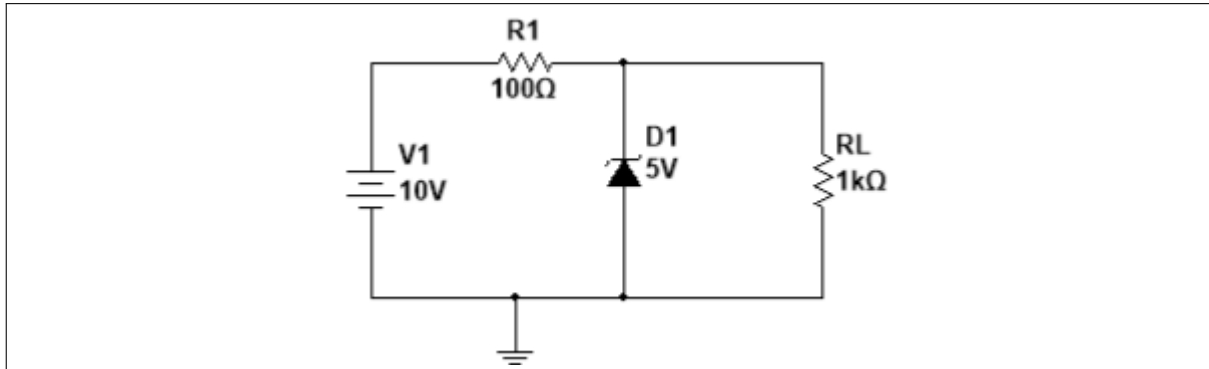


Figura 1 – Circuito 01

Para a primeira avaliação substituiremos o Diodo Zener (Imagem 1) por uma fonte de tensão de 5v, o circuito com a modificação é mostrado na Imagem 5.

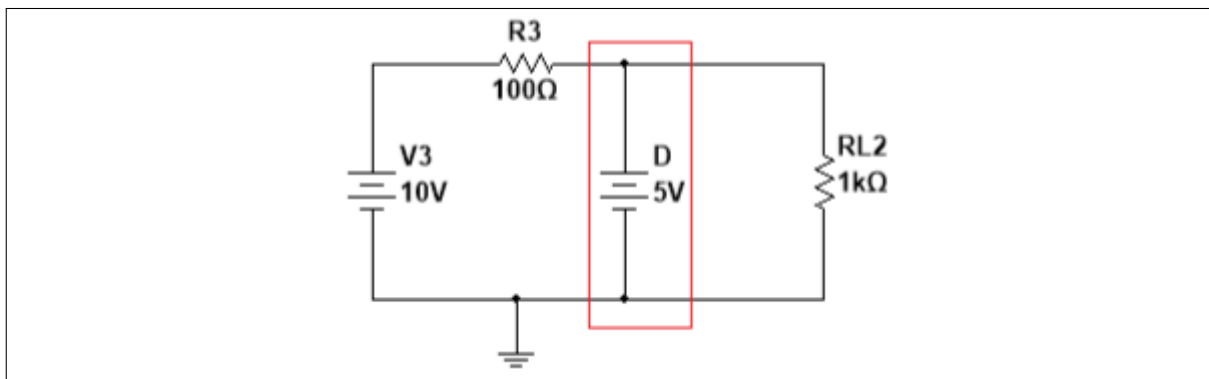


Figura 2 – Circuito 01 - Com substituição do Zener por fonte

Considerando o circuito da figura 2, temos que:

$$\begin{aligned}
 V_0 &= V_z = 5V \\
 I_{RL} &= \frac{V_z}{R_l} \rightarrow \frac{5V}{1K} = 5mA \\
 I_t &= \frac{V_i - V_z}{R_s} \rightarrow \frac{10 - 5}{1K} = 50mA \\
 I_z &= I_t - I_{rl} \rightarrow 50mA - 5mA = 45mA
 \end{aligned}$$

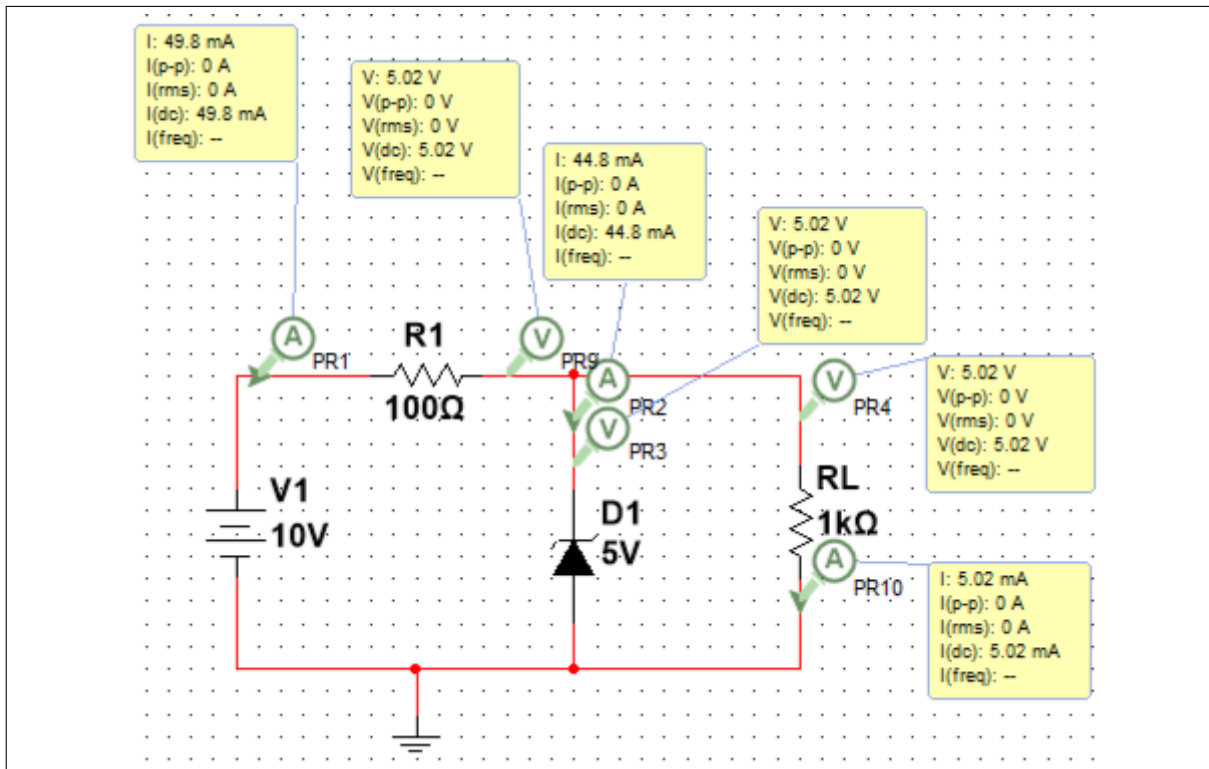


Figura 3 – Simulação: Circuito 01

Com a tabela 1 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos.

Quadro 1 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 01

Modelo\Variáveis	Vo	IRL	It	Iz
Calculado	5V	5mA	50mA	45mA
Simulado	5.02V	5.02mA	49.98mA	44.8mA

3.1.1 Circuito 1 com fonte de tensão em 12V

Observamos que como V_o é igual a tensão no resistor, a saída do circuito é constante ditada pelo diodo Zener, neste caso se aumentarmos a tensão da fonte teremos uma corrente maior circulando pelo circuito logo temos:

$$I_t = \frac{V_i - V_z}{R_S} \rightarrow \frac{12 - 5}{100} = 70mA$$

$$I_z = I_t - I_{rl} \rightarrow 70mA - 5mA = 65mA$$

Resolução: Circuito Exercício 2

Podemos observar que não há variação na saída ao alterarmos a tensão de entrada do circuito, a tensão na carga permanece constante devido à atuação do diodo Zener no modelo simplificado.

3.2 REGULADOR ZENER DE MODELO LINEAR

3.2.1 Fonte em 10V

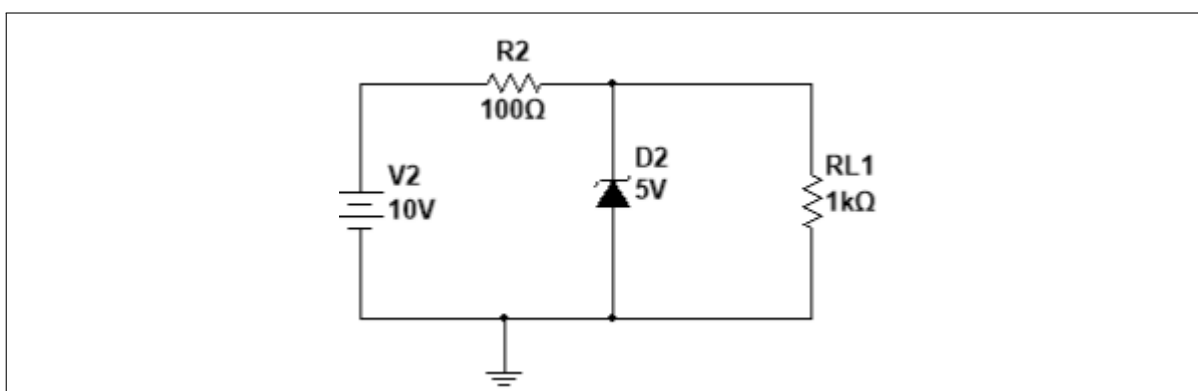


Figura 4 – Circuito 02

Para a primeira avaliação substituiremos o Diodo Zener (Imagem 5) por uma fonte de tensão de 5v seguido de uma resistência de 100Ω, o circuito com a modificação é mostrado na Imagem 5.

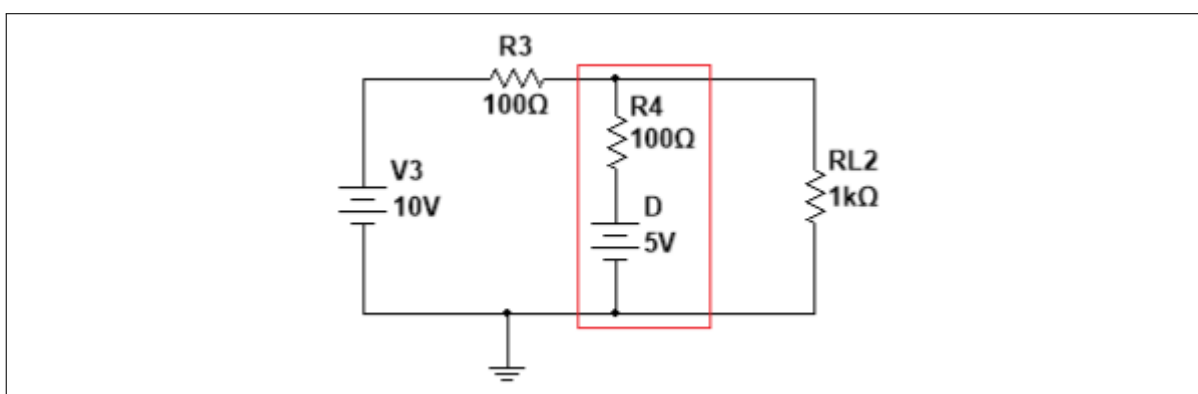


Figura 5 – Circuito 02 - Com substituição do Zener por fonte e resistor

Considerando o modelo Linear, o diodo possui uma faixa de atuação sendo uma corrente máxima de operação, se o diodo ultrapassar essa corrente máxima ele vai queimar e uma corrente mínima no qual será 10% da corrente máxima que o diodo suporta, o comportamento é mostrado na imagem 6.

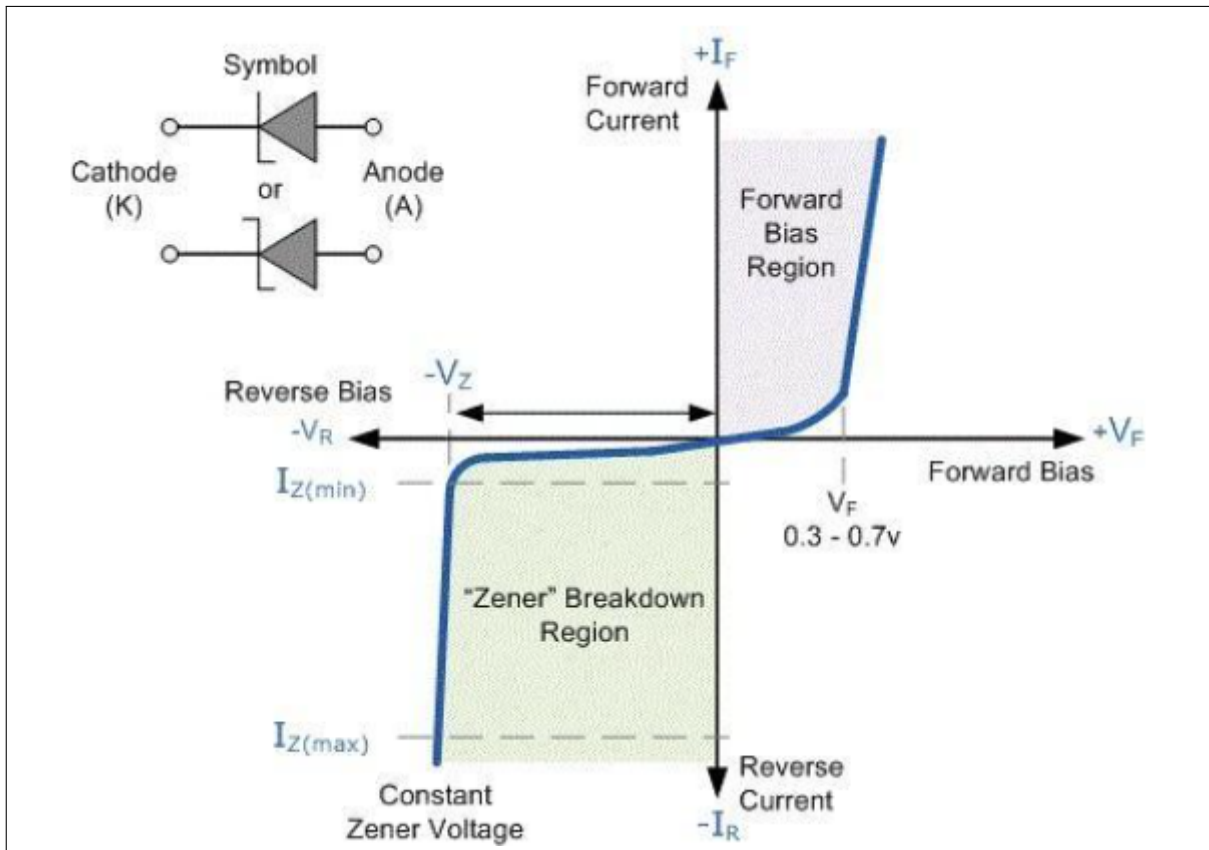


Figura 6 – Comportamento de um diodo Zener

Quando a operação do diodo Zener está no quadrante acima e a direita ele está polarizado diretamente e seu funcionamento é igual ao de um diodo comum. No estado quando está polarizado diretamente ele opera com uma tensão constante teoricamente. A região entre as correntes I_{ZMin} e I_{ZMax} é a área de operação do diodo Zener.

$$V_i = 10V$$

$$R_l = 1K\Omega$$

$$R_S = 100\Omega$$

$$R_Z = 7\Omega$$

$$V_z = 5.1V$$

$$V_{z0} = 4.85V$$

$$I_{zt} = 49mA$$

Dados: Circuito Exercício 3

Considerando os dados acima, os cálculos ficam em:

$$I_t = I_z + I_{RL}$$

$$I_t = \frac{V_i - V_z}{R_S} = \frac{V_z - V_{z0}}{R_Z} + \frac{V_z}{R_L}$$

$$I_t = \frac{10 - V_z}{100} = \frac{V_z - 4.85}{7} + \frac{V_z}{1000}$$

Se aplicando MMC:

$$\frac{10 - V_z}{100} = \frac{V_z - 4.85}{7} + \frac{V_z}{1000}$$

...

$$\frac{700 - 70V_z}{7000} = \frac{1000V_z - 4850}{7000} + \frac{7V_z}{7000}$$

$$1000V_z + 7V_z + 70V_z = 700 + 4850$$

$$1077V_z = 5550 \rightarrow V_z = \frac{5550}{1077}$$

$$V_{z1} = 5.15V$$

Resolução: Circuito Exercício 3 - Fonte em 10V

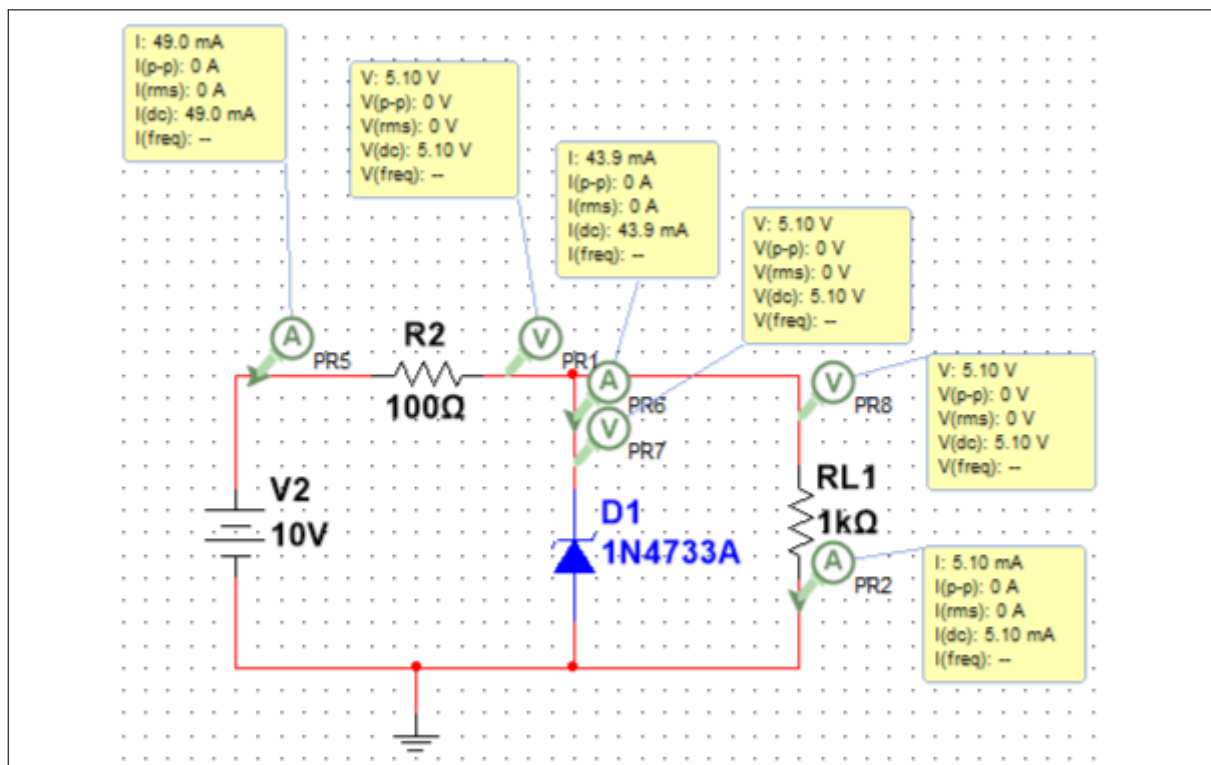


Figura 7 – Simulação: Circuito 02 - Com fonte de 10V

3.2.2 Fonte em 12V

$$I_t = I_z + I_{RL}$$

$$I_t = \frac{V_i - V_z}{R_S} = \frac{V_z - V_{z0}}{R_Z} + \frac{V_z}{R_L}$$

$$I_t = \frac{12 - V_z}{100} = \frac{V_z - 4.85}{7} + \frac{V_z}{1000}$$

Se aplicando MMC:

$$\frac{12 - V_z}{100} = \frac{V_z - 4.85}{7} + \frac{V_z}{1000} \rightarrow \frac{840 - 70V_z}{7000}$$

...

$$\frac{1000V_z - 4850}{7000} + \frac{7V_z}{7000}$$

$$840 - 70V_z = 1000V_z - 4850 + 7V_z$$

$$1000V_z + 7V_z + 70V_z = 840 + 4850$$

$$1077V_z = 5690 \rightarrow V_z = \frac{5690}{1077}$$

$$V_{z2} = 5.28V$$

Resolução: Circuito Exercício 3 - Fonte em 12V

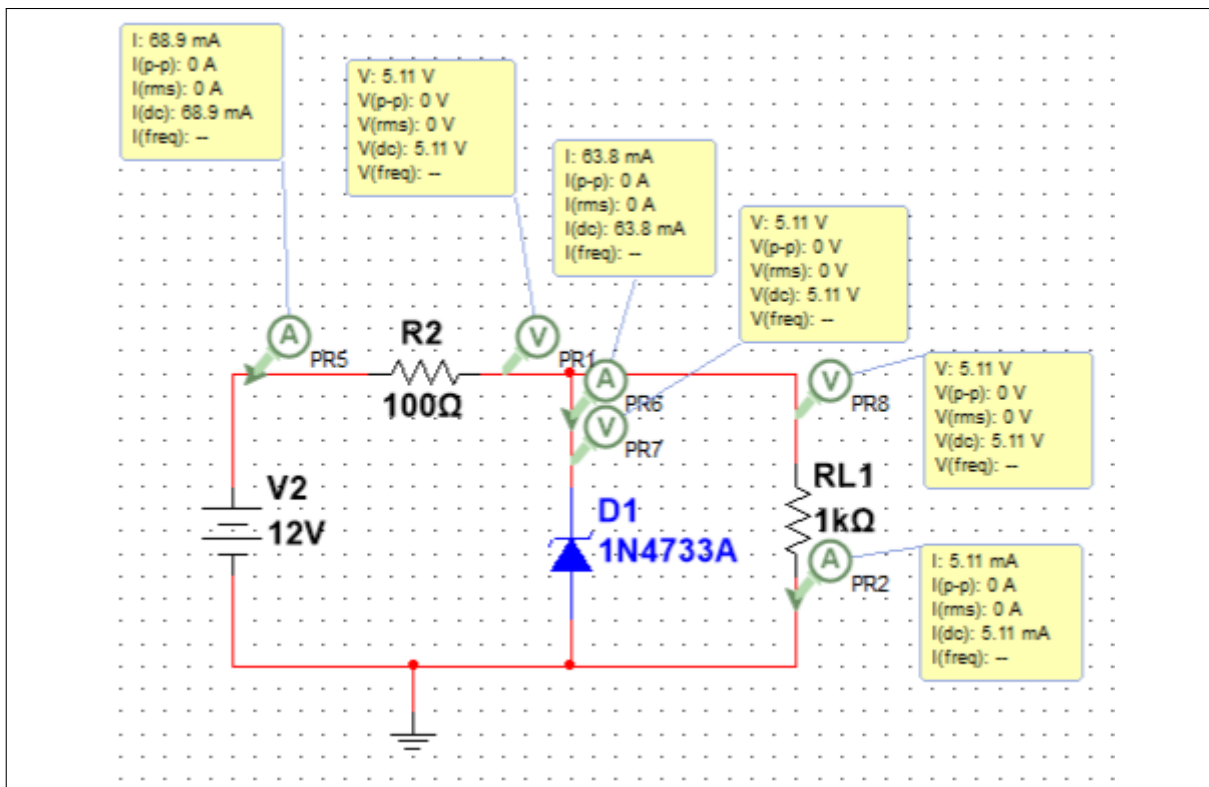


Figura 8 – Simulação: Circuito 02 - Com fonte em 12V

Com a tabela 2 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo com fonte de tensão em 10V, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos.

Quadro 2 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02 - 10V

Modelo\Variáveis	V _o	I _{RL}	I _t	I _z	V _z
Teórico	5V	5mA	50mA	45mA	5.15V
Simulado	5.02V	5.02mA	49.8mA	44.8mA	5.10V

Com a tabela 3 podemos comparar os resultados obtidos por simulação com os resultados obtidos por cálculo com fonte de tensão em 12V, na qual comprovam que os cálculos estavam corretos.

Quadro 3 – Comparação entre os resultados obtidos por simulação e os resultados obtidos por cálculo do circuito 02 - 12V

Modelo\Variáveis	V _o	I _{RL}	I _t	I _z	V _z
Teórico	5V	5mA	70mA	65mA	5.28V
Simulado	5.02V	5.02mA	69.8mA	64.7mA	5.11V

Caso seja feita regulação com variação de 20%:

$$\frac{V_{z2} - V_{z1}}{V_{z1}} \rightarrow \frac{5.28 - 5.15}{5.15} * 100 = 2.52\%$$

Regulação: 20% sobre o valor nominal

4 CONCLUSÃO

Através dos experimentos é possível analisar as diferenças de cálculo encontradas quando realizado os cálculos teóricos e os valores simulados. Também foi possível verificar o funcionamento do regulador de tensão nos dois modelos utilizados, o simplificado e o Linear.

Na qual, Diodo Zener (também conhecido como diodo regulador de tensão , diodo de tensão constante, diodo de ruptura ou diodo de condução reversa) é um dispositivo ou componente eletrônico semelhante a um diodo semicondutor, especialmente projetado para trabalhar sob o regime de condução inversa, ou seja, acima da tensão de ruptura da junção PN, neste caso há dois fenômenos envolvidos: o efeito Zener e o efeito avalanche. O dispositivo leva o nome em homenagem a Clarence Zener, que descobriu esta propriedade elétrica.