

ZENER

Relatório 05 de ELT 315

Werikson F. O. Alves
Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil
e-mails: werikson.alves@ufv.br

16 de outubro de 2020

Introdução:

Este relatório contém uma análise teórica de um circuito Zener, seguidos de dados coletados a partir da simulação realizada pelo Software **Qucs**, tendo por objetivo comprovar o funcionamento do diodo Zener direta e reversamente polarizado, medindo os valores de tensão e corrente, bem como as formas de ondas no circuito através do multímetro. Além disso, possui uma análise teórica sobre o diodo LED e também será feita uma análise sobre Diodos emissores de luz (LEDs), através da simulação, tendo o objetivo de medir corretamente a corrente e a tensão sobre um diodo LED e conhecer as suas principais características.

Parte Teórica 1:

1. Explique sucintamente as seguintes especificações técnicas: dissipação máxima de energia, corrente máxima do regulador, tensão zener nominal, e coeficiente de temperatura típico.

R:

- **Dissipação máxima de energia:** É a potência máxima que o componente pode consumir sem danificá-lo.
- **Corrente máxima do regulador:** É a corrente máxima que poderá percorrer o componente.
- **Tensão zener nominal:** É a tensão de ruptura do diodo Zener.
- **Coeficiente de temperatura típico:** É a temperatura padrão em que o fabricante obteve esses resultados.

2. Verifique no datasheet as seguintes especificações técnicas: dissipação máxima de energia, corrente máxima do regulador, tensão zener nominal, e coeficiente de temperatura típico.

R: Datasheet utilizado: http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet_pdf/bkc-international-electronics/1N4728to1N973B-1.pdf

- **Dissipação máxima de energia:** $P = 500 \text{ m[W]}$.
- **Corrente máxima do regulador:** $I = 116.28 \text{ m[A]}$.
- **Tensão zener nominal:** $V = 4.3 \text{ [V]}$.
- **Coeficiente de temperatura típico:** $TC = -0.055 \left[\frac{\%}{^\circ\text{C}} \right]$

3. Pesquisar, desenhar e explicar 03 exemplos de circuitos eletrônicos, onde seja empregado um diodo ZENER.

R: **a)** Clipadores (regulador de tensão): São circuitos que permitem a passagem de um sinal de entrada sem nenhuma modificação até que ele atinge um determinado valor de tensão, em que a saída passa a ser limitada.

b) Proteção: Os diodos zener são geralmente empregados em multímetros para proteger o movimento do medidor contra os danos causados pelas sobrecargas acidentais. O diodo Zener é conectado em paralelo com o medidor do ponto de vista de segurança.

c) Modelagem de ondas: Neste circuito, quando a tensão de entrada está abaixo da tensão zener, o sinal de saída é igual ao de entrada. No entanto, quando a tensão de entrada ultrapassa a tensão do zener, há uma queda de tensão na saída, provocando nos picos da onda de entrada. Ex: Onda senoidal para quadrada.

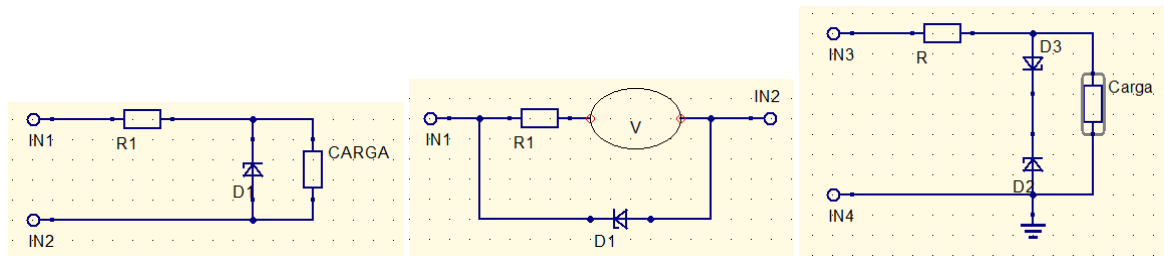


Figura 1: Circuitos Zener: a: Clipadores, b: Proteção de Multímetros e c: Modelagem de ondas.

4. Explicar sucintamente o funcionamento do ZENER. Elucide suas principais diferenças em relação ao diodo de SI.

R: O diodo Zener opera na região Zener. Ele possui uma tensão reversa relativamente baixa, possibilitando atingir a região Zener facilmente, e ao chegar nela a corrente começa a circular pelo circuito (antes de atingir a tensão, o circuito não está passando corrente no zener), e a tensão fica fixada na tensão de ruptura. Já tensão direta possui um alto valor oferecendo uma resistência à passagem da corrente no circuito até o momento em que se atinge altos valores de tensão. No Diodo de Si, a tensão direta possui baixo valor e a tensão reversa possui um alto valor, logo o diodo em funcionamento possui uma queda de tensão muito baixa (0.7 [v]), quando permite a passagem da corrente.

Parte Prática 1:

Materiais Utilizados:

- Resistor de $1k\Omega$;
- 01 diodo Zener 1N749 de 400m W (4,3 [V]).

a) Montar o circuito com 1N749.

R:

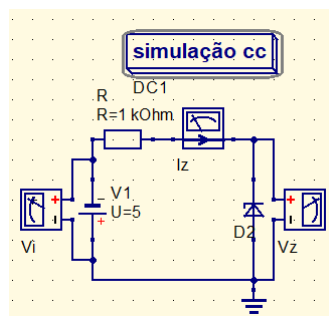


Figura 2: Circuito prático 1.

b) Medir as tensões correspondentes à tabela apresentada para o diodo ZENER.

R: Tabela 1.

c) Inverter a fonte para completar o preenchimento da tabela.

R: Tabela 1.

d) Estimar o valor nominal da tensão Zener do diodo.

R: Pela Tabela 1 e pelo dados do item 2 da parte teórica, estima-se que esse diodo (Código: 1N749): $V_Z = 4.25[V]$ e $P_Z = (116.28 * 10^{-3}) * 4.25 = 494.19 \text{ m[W]}$, que são valores próximos aos valores indicados no Datasheet.

Tabela 1: Valores correspondes obtidos na simulação.

	Reverso								
Vs (V)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,1
Vz (V)	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	3.99	4.06
Iz (mA)	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04

	Reverso								
Vs (V)	4.2	4.3	4.4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
Vz (V)	4.09	4.11	4.12	4.13	4.16	4.18	4.2	4.21	4.22
Iz (mA)	0.11	0.19	0.28	0.37	0.84	1.32	1.8	2.29	2.78

	Reverso								
Vs (V)	8	9	10	11	12	13	14	15	20
Vz (V)	4.24	4.26	4.28	4.29	4.31	4.32	4.34	4.35	4.41
Iz (mA)	3.76	4.74	5.72	6.71	7.69	8.68	9.66	10.7	15.6

	Direto								
Vs (V)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
Vz (V)	0.48	0.58	0.61	0.63	0.65	0.66	0.67	0.68	0.70
Iz (mA)	0.02	0.42	0.89	1.37	1.86	2.34	2.83	3.32	4.3

e) **Conclusão:**

Portanto, podemos perceber que o diodo Zener só opera sob tensão reversa e não conduz corrente até o momento em que atinge a tensão de ruptura, de aproximadamente 4.3 [V] e ao atingir esse valor, para pequenas variações na tensão o valor da corrente que passa por ele vai aumentando. Para a região direta, podemos perceber que ele possui uma queda de tensão de aproximadamente 0.7 [V], e está conduzindo uma corrente, por estar polarizado diretamente, operando como um diodo comum.

Parte Teórica 2:

1. Explique sucintamente as seguintes especificações técnicas: dissipação máxima de energia, corrente média direta, corrente de pico direta, faixa de temperatura de operação, intensidade luminosa, tensão direta e tensão reversa de ruptura.

R:

- **Dissipação máxima de energia:** É a potência máxima que o componente suporta sem danificá-lo. ocorrendo quando o diodo LED estiver conduzindo com valor máximo de corrente.
- **Corrente média direta:** É a corrente media que o diodo LED possui durante seu funcionamento normal (polarizado diretamente).
- **Corrente de pico direta:** É o valor máximo que a corrente alcança quando está polarizado diretamente.
- **Faixa de temperatura de operação:** É a faixa na qual foram executados todos os teste e obtidos os valores descritos no Datasheet.
- **Intensidade luminosa:** É o valor referente a intensidade do brilho que aquele LED escolhido terá.
- **Tensão Direta:** É o valor em que o LED começará a operar, estando polarizado diretamente.
- **Tensão reversa de ruptura:** É o valor em que o LED começará a conduzir corrente estando polarizado reversamente.

2. Verifique no datasheet as seguintes especificações técnicas: dissipação máxima de energia, corrente média direta, corrente de pico direta, faixa de temperatura de operação, intensidade luminosa, tensão direta e tensão reversa de ruptura.

R: <https://www.smartkits.com.br/led-difuso-5mm>: :text=Tamanho

- **Dissipação máxima de energia:** Azul: $P = 160 \text{ m[W]}$, Vermelho: $P = 110.5 \text{ m[W]}$.
- **Corrente média direta:** Azul: $I = 20 \text{ m[A]}$, Vermelho: $I = 25 \text{ m[A]}$.
- **Corrente de pico direta:** Azul: $I = 50 \text{ m[A]}$, Vermelho: $P = 50 \text{ m[A]}$.
- **Faixa de temperatura de operação:** De -40°C a $+85^{\circ}\text{C}$, para ambos.
- **Intensidade luminosa:** Azul: $I_{nt} = 1500 \text{ m[CD]}$, Vermelho: $I_{nt} = 1000 \text{ m[CD]}$.
- **Tensão direta:** Azul: $V = 3 \sim 3.4 \text{ [V]}$, Vermelho: $V = 1.8 \sim 2.2 \text{ [V]}$
- **Tensão reversa:** Azul: $V = 6 \text{ [V]}$, Vermelho: $V = 3 \text{ [V]}$

3. Pesquisar, desenhar e explicar 03 exemplos de circuitos eletrônicos, onde seja empregado um diodo LED. R: **a) Controlador de luminosidade:** São circuitos elétricos compostos de um LED e um potenciômetro para controlar a intensidade da luminosidade. **b) LED com capacitor:** São circuitos elétricos com LED demonstrando o processo de carga e descarga do capacitor. **c) LED controlado por LDR:** Circuito com LDR controlando a luminosidade do LED.

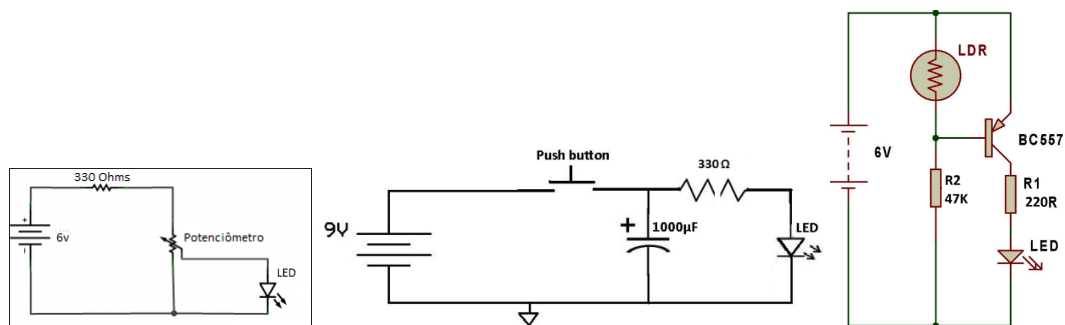


Figura 3: Circuitos com LEDs: a, b e c.

4. Explicar sucintamente o funcionamento do LED. Elucide suas principais diferenças em relação ao diodo de SI. R: O LED possui uma queda de tensão específica de acordo com sua cor, e a sua corrente média possui um valor limite, dessa forma necessitando de um resistor antes do LED a fim de diminuir a corrente que passa por ele, dessa forma ao ter corrente passando por ele este LED emite luz.

Parte Prática 2:

Materiais Utilizados:

- 01 resistor de 100Ω ;
- 01 diodo LED AZUL;
- 01 resistor de 220Ω ;
- 01 diodo LED VERMELHO.

- a) Montar o circuito COM O LED AZUL.

R: Figura (4).

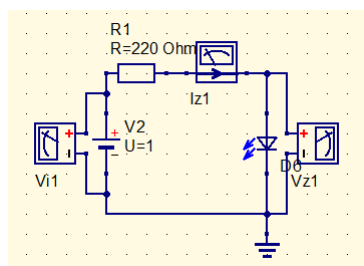


Figura 4: Circuito prático 2.

b) Medir as tensões correspondentes à tabela apresentada para o diodo LED.

R: Tabela 2

c) Inverter a fonte para completar o preenchimento da tabela.

R: Tabela 2

Tabela 2: Valores correspondes obtidos na simulação.

	Direto - LED AZUL								
Vs (V)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Vf (V) - LED	0.50	1.00	1.50	2.00	2.47	2.78	2.94	3.04	3.1
IS (mA)	0	0	0	0.01	0.16	0.99	2.53	4.37	6.35

	Direto - LED AZUL								
Vs (V)	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	9	10
Vf (V) - LED	3.15	3.19	3.22	3.25	3.27	3.29	3.31	3.35	3.37
IS (mA)	8.4	10.5	12.6	14.8	16.9	19.1	21.3	25.7	30.1

	Reverso - LED AZUL								
Vs (V)	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5
Vf (V) - LED	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5
IS (mA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Reverso - LED AZUL								
Vs (V)	-5	-5.5	-6	-6.5	-7	-7.5	-8	-9	-10
Vf (V) - LED	-5	-5.5	-6	-6.5	-6.99	-7.38	-7.59	-7.78	-7.88
IS (mA)	0	0	0	0	-0.06	-0.54	-1.85	-5.54	-9.64

d) Alterar a fonte de tensão Vs(cc) para uma fonte alternada $f=60\text{Hz}$ e $V_p=20\text{V}$. Esboce a forma de onda na entrada (Vs) e saída (vf).

R:

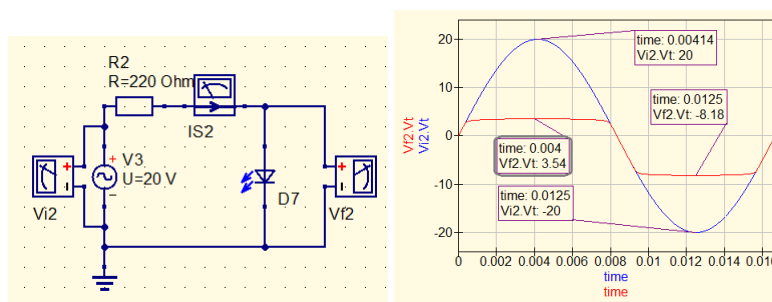


Figura 5: Esquema elétrico e formas de ondas na entrada e saída (Azul).

e) Montar o circuito COM O LED VERMELHO.

R:

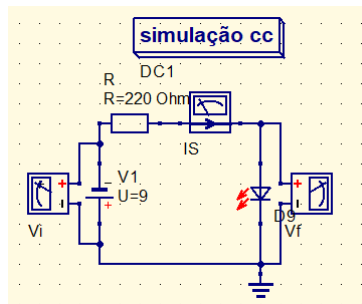


Figura 6: Circuito prático 3.

f) Medir as tensões correspondentes à tabela apresentada para o diodo LED.

R: Tabela 3

g) Inverter a fonte para completar o preenchimento da tabela.

R: Tabela 3

Tabela 3: Valores correspondes obtidos na simulação.

	Direto - LED VERMELHO								
Vs (V)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Vf (V) - LED	0.50	1.00	1.47	1.73	1.82	1.88	1.91	1.94	1.96
IS (mA)	0	0	0.11	1.24	3.08	5.10	7.21	9.36	11.50

	Direto - LED VERMELHO								
Vs (V)	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	9	10
Vf (V) - LED	1.98	2.00	2.01	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.09
IS (mA)	13.70	15.90	18.10	20.30	22.60	24.80	27.00	31.50	36.00

	Reverso - LED VERMELHO								
Vs (V)	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5
Vf (V) - LED	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5
IS (mA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Reverso - LED VERMELHO								
Vs (V)	-5	-5.5	-6	-6.5	-7	-7.5	-8	-9	-10
Vf (V) - LED	-5	-5.5	-6	-6.36	-6.49	-6.56	-6.6	-6.66	-6.69
IS (mA)	0	0	-0.02	-0.64	-2.30	-4.27	-6.35	-10.60	-15.00

h) Alterar a fonte de tensão Vs(cc) para uma fonte alternada f=60Hz e Vp=20V. Esboce a forma de onda na entrada (Vs) e saída (vf).

R:

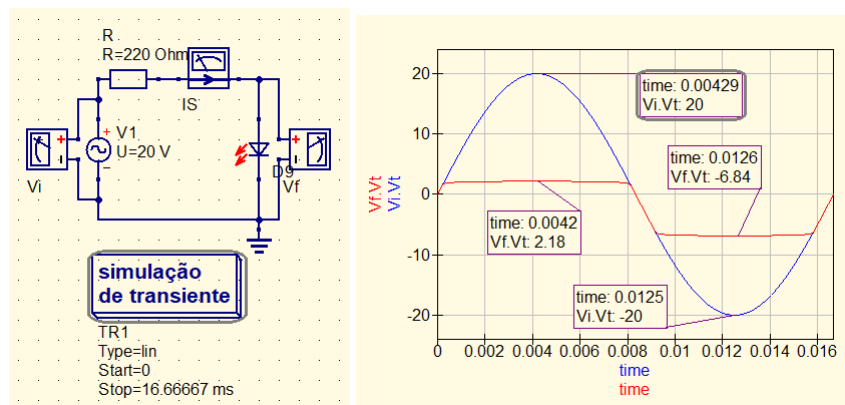


Figura 7: Esquema elétrico e formas de ondas na entrada e saída (Vermelho).

- i) **Conclusão:** Portanto, podemos perceber que o LED, durante o semi ciclo positivo atua como um diodo simples, ou seja, ao atingir a tensão direta, o LED fica fixo nesse valor e emite luz, começando a conduzir corrente. Durante o semiciclo negativo, o LED conduz somente depois de atingir a tensão de ruptura.