



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



David Maykon Krepsky Silva
Daniel Galbes Bassanezi

Proteção contra sobre tensão e acoplamento de sensores termo-resistivos

Data de realização do experimento:

6 de agosto de 2015

Série/Turma:

1000/1011

Prof. Dr. José Alexandre de França

14 de agosto de 2015

Resumo

Neste trabalho foi realizado, primeiramente, o estudo de circuitos de proteção contra sobre tensão utilizando diodos zener, de silício e de germânio. Foi montado um circuito empregando os diodos citados de forma a limitar a tensão de saída na condição de uma sobre tensão na entrada. Observou-se que os diodos atuam limitando a tensão de saída de acordo com a sua queda de tensão característica. Em uma segunda etapa, foi estudado o comportamento de um sensor termo-resistivo, o qual foi condicionado a uma corrente contínua. Este condicionamento fez com que a variação da temperatura produzisse uma diferença na tensão de saída do circuito. Foram coletados dados relacionando a temperatura à variação de tensão na saída do circuito. Com tais dados, foi possível obter a curva característica do sensor e seus parâmetros, para uma possível calibração.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| Resumo | 1 |
| 1 Introdução | 3 |
| 2 Teoria de funcionamento | 4 |
| 2.1 Circuito de proteção contra sobre tensão | 4 |
| 2.1.1 Utilizando diodo Zener | 4 |
| 2.1.2 Utilizando diodo Convercional | 4 |
| 2.2 Condicionamento de sensor termo-resistivo com corrente constante | 5 |
| 3 Metodologia Experimental | 6 |
| 3.1 Materiais | 6 |
| 4 Resultados | 7 |
| 4.1 Circuito de proteção com diodo Zener | 7 |
| 4.2 Circuito de proteção com diodo 1N4148 | 8 |
| 4.3 Circuito de proteção com diodo germânio | 10 |
| 4.4 Termistor com corrente constante | 11 |
| 5 Discussão e Conclusão | 14 |
| 6 Referências | 15 |

1 Introdução

Surtos de tensão são bastante comuns em circuitos eletrônicos. Esse fenômeno pode ser causado por vários fatores, tais como uma descarga elétrica na rede, por descarga eletrostática (ao tocar o circuito, por exemplo) e até pelo acionamento de máquinas pesadas próximo ao aparelho. Uma outra fonte de sobre tensão em instrumentos de medição acontece quando a saída do sensor ultrapassa o valor máximo da escala do instrumento. Para proteger a entrada dos aparelhos, faz-se necessário o uso de circuitos que limitem a diferença de potencial entre os terminais do instrumento de medição, assim, evitando a queima dos mesmos. Neste experimento foi analisada uma forma de proteção contra sobre tensão utilizando-se diodos do tipo zener, de silício e de germânio.

Um outro problema abordado neste trabalho é o condicionamento de sensores do tipo termorresistivo, sendo possível o emprego de circuitos que geram uma corrente constante ou tensão constante. Durante o experimento foi analisado o condicionamento com corrente constante, o que torna a tensão de saída dependente da temperatura sendo aferida.

2 Teoria de funcionamento

2.1 Circuito de proteção contra sobre tensão

2.1.1 Utilizando diodo Zener

Analisando o circuito da figura 1, quando a tensão V_{in} se torna maior que V_z , o diodo D_z passa a conduzir, fazendo com que haja uma queda de tensão em R_z igual a $V_{rz} = V_{in} - V_z$. Isso faz com que a tensão em V_o seja mantida constante em, no máximo V_z . A equação 1 é, então, utilizada para calcular o valor de R_z de modo a evitar a queima do diodo, onde I_{zmax} é a corrente máxima permitida no diodo.

$$V_{rz} \geq \frac{V_{in} - V_z}{I_{zmax}} \quad (1)$$

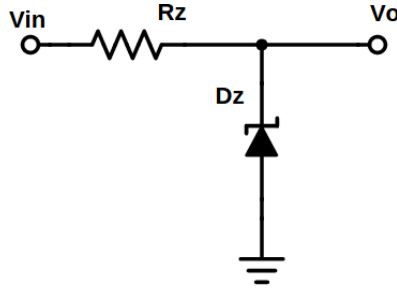


Figura 1: Circuito para proteção de sobre tensão utilizando diodo zener.

2.1.2 Utilizando diodo Convercional

O circuito da figura 2 possui um princípio de operação semelhante, quando V_{in} é maior que $V_d + V_{cc}$ ou menor que $-V_d$, os diodos conduzem. Porém, diferente do circuito com zener, este necessita de 2 diodos para proteção contra tensões abaixo de 0 V.

A equação 2 é utilizada para o calculo do resistor R_1 . Vale notar que os diodos D_1 e D_2 devem ser iguais.

$$R \geq \frac{V_{in} - V_{cc} - V_d}{I_{dmax}} \quad (2)$$

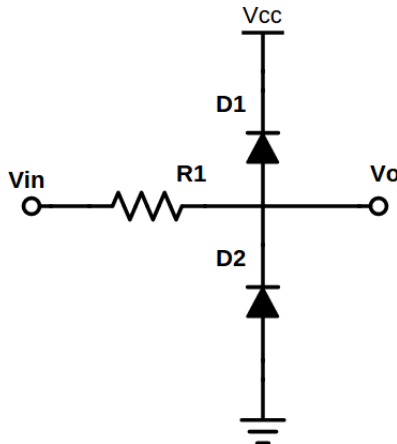


Figura 2: Circuito para proteção de sobre tensão utilizando diodo convencional.

2.2 Condicionamento de sensor termo-resistivo com corrente constante

O circuito da figura 3 é utilizado para manter uma corrente constante no termistor R_T . Note que a tensão no emissor de Q_1 é ajustada pelo potenciômetro P_1 , sendo denominada V_{ref} . Assim, a corrente que passa e R_T é

$$I_s = \frac{V_{cc} - V_{ref}}{R_1}. \quad (3)$$

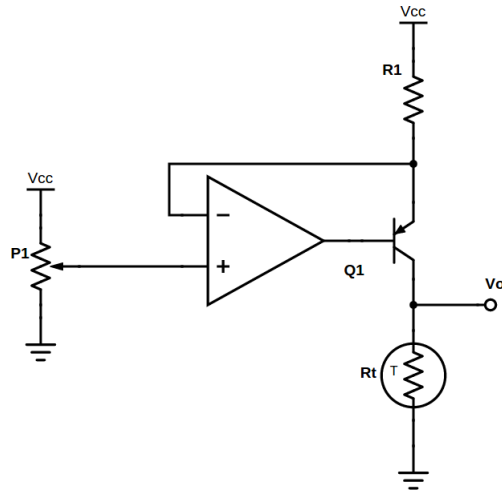


Figura 3: Circuito para condicionamento de sensor de temperatura do tipo termistor.

3 Metodologia Experimental

3.1 Materiais

O material utilizado foi:

- LM324;
- BC556;
- 2 diodos 1N4148;
- 2 diodos de germânio;
- 1 zener 5V1 1/4W;
- 1 potenciômetro de $10\text{ k}\Omega$;
- 1 resistor de $4.7\text{ k}\Omega$;
- 1 resistor de $27\text{ }\Omega$;
- 1 resistor de $2\text{ M}\Omega$;
- 1 termistor NTC de $10\text{ k}\Omega$;
- fonte de alimentação ajustável;
- multímetro;
- software MATLAB.

Para execução do experimento, faz-se necessário executar os seguintes passos:

1. montar o circuito da figura 1, calculando o valor de R_z para $-2.0 \leq V_{in} \leq 7.1$;
2. variar a tensão de entrada em 0.6 V até atingir 7.1 V, anotando os valores de V_o ;
3. montar o circuito da figura 2 com os diodos 1N4148, calculando o valor de R_1 para $0 \leq V_{in} \leq 7.1$;
4. variar a tensão de entrada em 0.6 V até atingir 7.1 V, anotando os valores de V_o ;
5. montar o circuito da figura 2 com os diodos de gerânio, calculando o valor de R_1 para $0 \leq V_{in} \leq 7.1$;
6. variar a tensão de entrada em 0.6 V até atingir 7.1 V, anotando os valores de V_o ;
7. montar o circuito da figura 3, com $V_{cc} = 12V$, $P_1 = 1k$ e $R = 4.7k\Omega$;
8. variar a temperatura e medir V_o ;
9. montar gráficos para os dados obtidos.

4 Resultados

4.1 Circuito de proteção com diodo Zener

O diodo utilizado possui corrente máxima de $80mA$. Sendo assim, o valor de R_z calculado, utilizando a equação 1, foi de

$$R_z = \frac{7.1 - 5.1}{80 \cdot 10^{-3}} = 25\Omega.$$

O valor comercial mais próximo, e que foi utilizado, é o de 27Ω .

A tabela 1 mostra os dados obtidos durante o experimento e a figura 4 mostra o gráfico.

Tabela 1: Tensão de entrada e tensão de saída para o diodo zener.

| V_{in} [V] | V_o [V] |
|--------------|-----------|
| -2.02 | -0.840 |
| -1.40 | -0.822 |
| -0.8 | -0.757 |
| -0.2 | -0.220 |
| 0.39 | 0.39 |
| 1.00 | 1.00 |
| 1.60 | 1.60 |
| 2.25 | 2.24 |
| 2.88 | 2.88 |
| 3.37 | 3.37 |
| 3.99 | 3.99 |
| 4.64 | 4.64 |
| 5.21 | 5.17 |
| 5.81 | 5.26 |
| 6.40 | 5.32 |
| 6.98 | 5.37 |

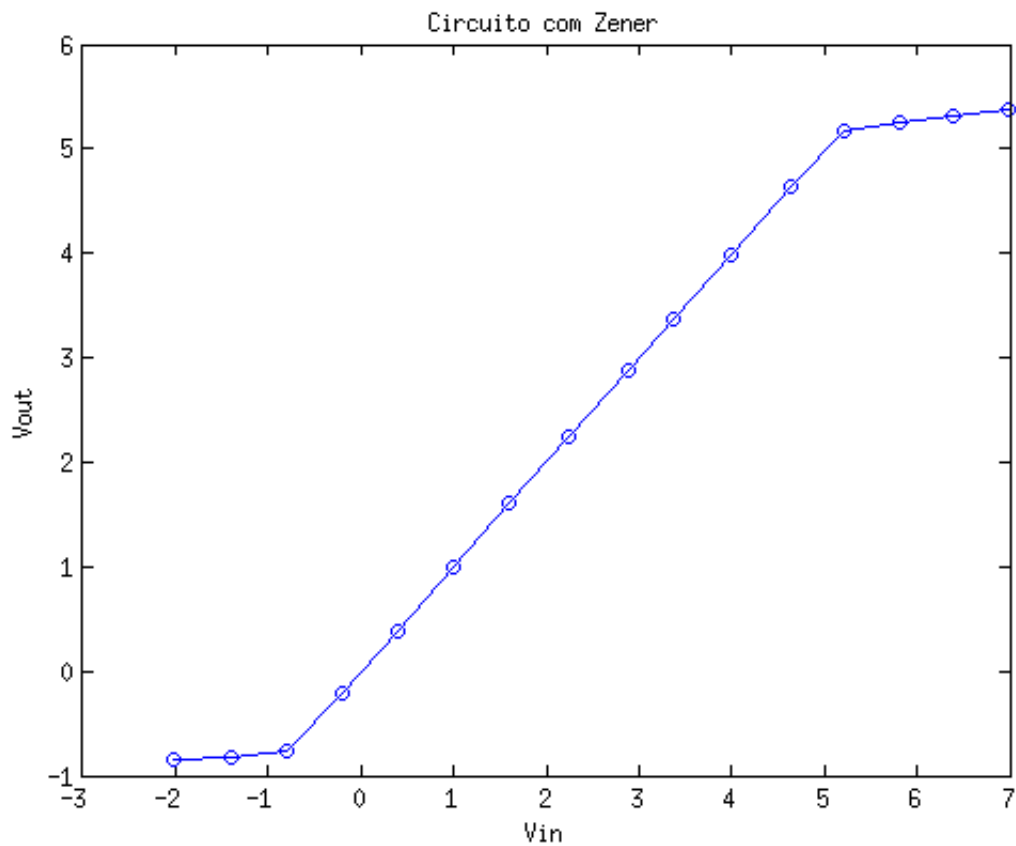


Figura 4: Circuito de proteção com diodo Zener.

4.2 Circuito de proteção com diodo 1N4148

O diodo utilizado possui corrente máxima de $200mA$. Sendo assim, o valor de R_z calculado, utilizando a equação 1, foi de

$$R_z = \frac{7.1 - 5.1 - 0.7}{200 \cdot 10^{-3}} = 6.5\Omega.$$

O valor comercial mais próximo, e que foi utilizado, é o de 10Ω .

A tabela 2 mostra os dados obtidos durante o experimento e a figura 5 mostra o gráfico.

Tabela 2: Tensão de entrada e tensão de saída para o diodo 1N4148.

| V_{in} [V] | V_o [V] |
|--------------|-----------|
| 0.00 | 0.00 |
| 0.36 | 0.32 |
| 0.90 | 0.81 |
| 1.10 | 1.00 |
| 1.60 | 1.45 |
| 1.81 | 1.64 |
| 2.03 | 1.86 |
| 2.52 | 2.30 |
| 2.95 | 2.70 |
| 3.40 | 3.10 |
| 3.85 | 3.53 |
| 4.31 | 3.94 |
| 4.77 | 4.33 |
| 5.01 | 4.55 |
| 5.46 | 4.95 |

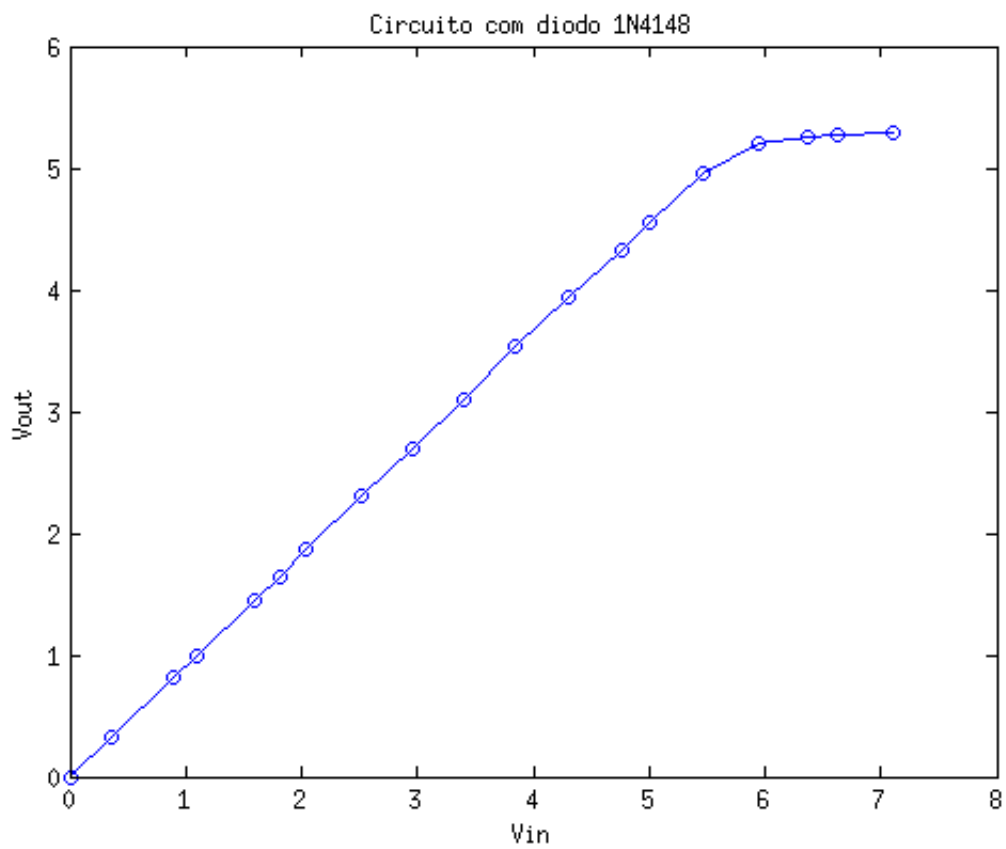


Figura 5: Circuito de proteção com diodo 1N4148.

4.3 Circuito de proteção com diodo germânico

O diodo utilizado possui corrente máxima de $1\mu A$. Sendo assim, o valor de R_z calculado, utilizando a equação 1, foi de

$$R_z = \frac{7.1 - 5.1 - 0.3}{1.10^{-6}} = 1.7M\Omega.$$

O valor comercial mais próximo, e que foi utilizado, é o de $2M\Omega$.

A tabela 3 mostra os dados obtidos durante o experimento e a figura 6 mostra o gráfico.

Tabela 3: Tensão de entrada e tensão de saída para o diodo de germânico.

| V_{in} [V] | V_o [V] |
|--------------|-----------|
| 0.00 | 0.00 |
| 0.40 | 0.40 |
| 0.91 | 0.90 |
| 1.51 | 1.50 |
| 1.85 | 1.84 |
| 2.17 | 2.17 |
| 2.68 | 2.68 |
| 3.06 | 3.06 |
| 3.60 | 3.60 |
| 3.96 | 3.96 |
| 4.45 | 4.45 |
| 4.96 | 4.96 |
| 5.21 | 5.19 |
| 5.92 | 5.27 |
| 6.34 | 5.29 |
| 6.79 | 5.29 |
| 7.10 | 5.29 |

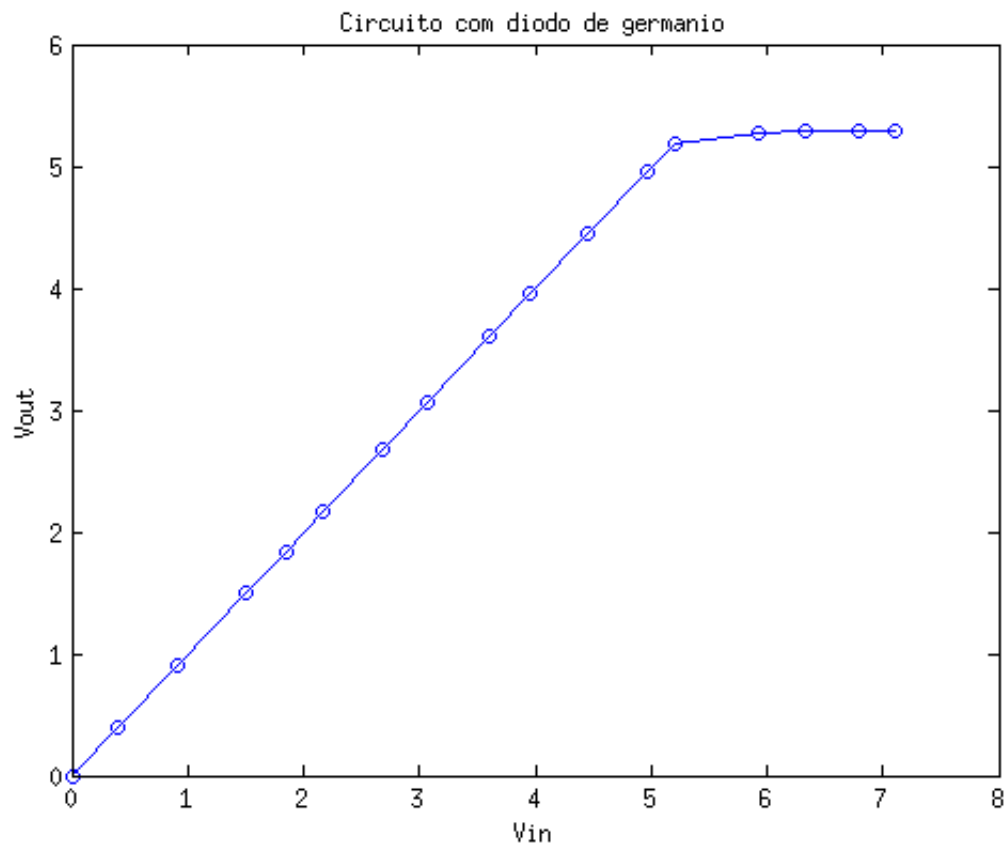


Figura 6: Circuito de proteção com diodo de germânio.

4.4 Termistor com corrente constante

A tabela 4 mostra os dados obtidos para o termistor NTC com o circuito de corrente constante e a figura 7 mostra a curva característica do sensor.

Tabela 4: Tensão de entrada e tensão de saída para o diodo de germânio.

| <i>Temperatura</i> [°C] | <i>V_o</i> [V] |
|-------------------------|--------------------------|
| 26 | 7.35 |
| 28 | 6.92 |
| 29 | 6.81 |
| 30 | 6.61 |
| 31 | 6.63 |
| 32 | 5.72 |
| 33 | 6.32 |
| 34 | 5.33 |
| 35 | 5.47 |
| 39 | 4.25 |
| 42 | 3.85 |
| 43 | 3.64 |
| 46 | 3.33 |
| 47 | 1.66 |
| 52 | 1.35 |
| 54 | 1.882 |
| 56 | 1.19 |
| 63 | 0.98 |
| 68 | 0.93 |
| 69 | 0.87 |

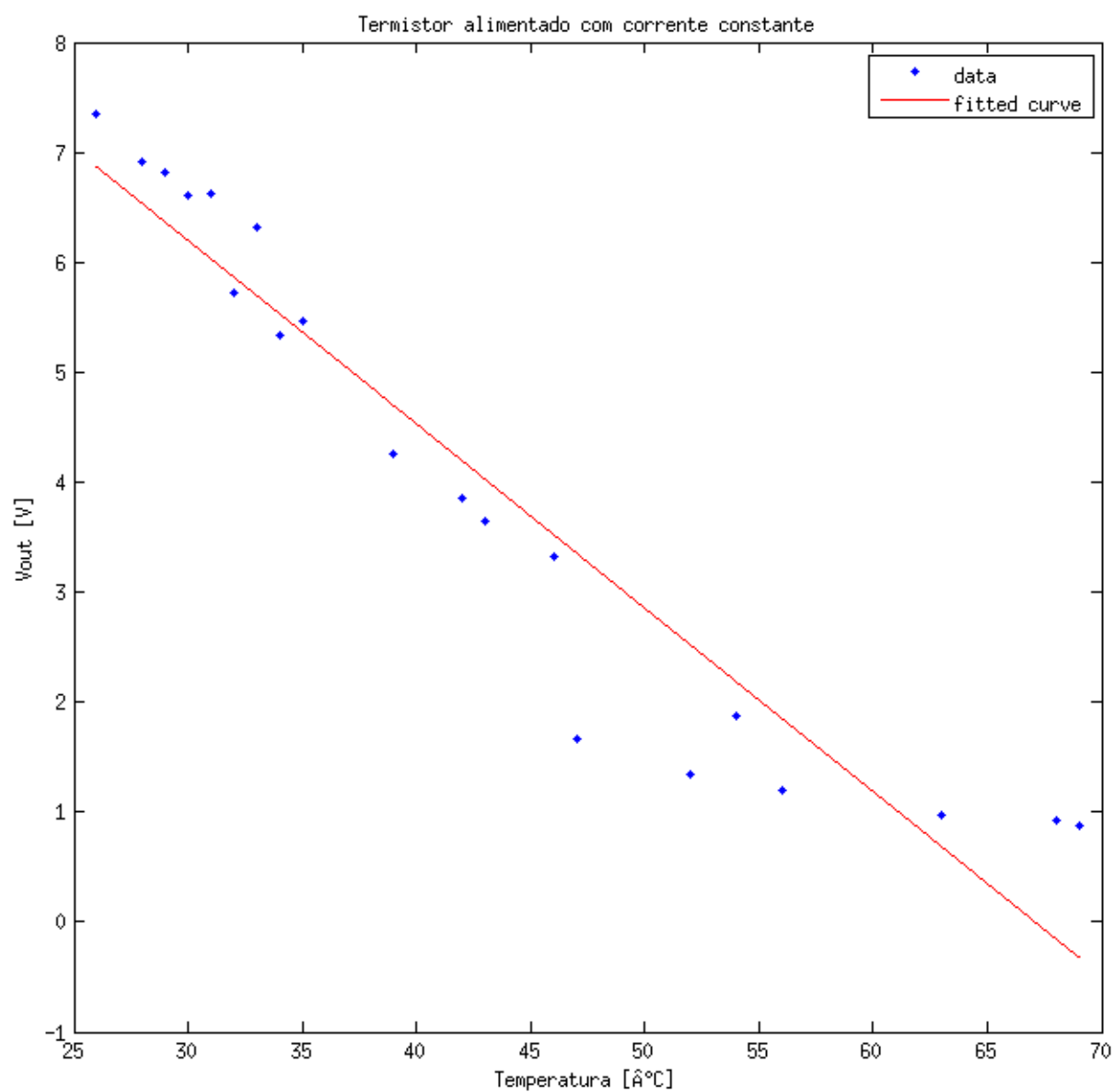


Figura 7: Saída de tensão para o termistor NTC.

5 Discussão e Conclusão

Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que o uso de diodos possibilita a proteção de circuitos contra surto de tensão. Notou-se que a tensão máxima de saída depende exclusivamente da queda de tensão no diodo utilizado, sendo os diodos zener os que proveem um melhor controle. Os resistores R_z e R_1 são utilizados de forma a limitar a corrente que passa pelos diodos, evitando a queima dos mesmos.

Para o experimento de condicionamento do termistor, foi visto que, para uma corrente constante, a tensão de saída do sistema varia de forma aproximadamente linear para a faixa de temperatura mensurada. Note que os dados obtidos possuem uma precisão ruim devido ao método utilizado para aumentar e amostrar a temperatura.

6 Referências

- [1] Roteiro da atividade prática.