 UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Belo Jardim Engenharia de Controle e Automação
	Relatório da Prática 1 – Equivalentes de Thévenin e Norton
Disciplina:	Circuitos Elétricos 2
Professor:	Henrique Patriota
Alunos:	Pedro Henrique de Almeida Santos

1. Introdução

No dia 07 de novembro de 2024 foi realizada uma prática introdutória na disciplina de Circuitos 2. Essa atividade consistia em realizar os cálculos teóricos do circuito resistivo para obter o equivalente de Thévenin e Norton do circuito, explorando os conceitos de tensões de nós e simplificação de resistores. Em seguida a realização da montagem do circuito na *protoboard* para realizar as medições com multímetro da tensão e resistência de Thévenin e corrente de Norton, com a comparação entre os valores teóricos e medidos na montagem para calcular o erro. Por fim, com o uso do potenciômetro, foi montado o circuito equivalente de Thévenin e medido o valor da corrente de Norton e Tensão de Thévenin.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Objetivo geral, apresentar aos alunos o ambiente de prática da disciplina e relembrar os conceitos da ensinados na disciplina circuitos 1.

2.2. Objetivos Específicos

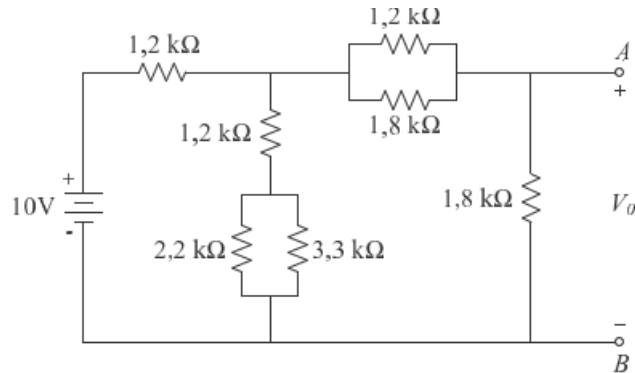
2.2.1. A equivalência entre os circuitos será verificada através da medição da tensão de Thévenin e da corrente de Norton nos terminais relevantes de ambos os circuitos.

2.2.2. A equivalência entre os circuitos será verificada através da medição da tensão de Thévenin e da corrente de Norton nos terminais relevantes de ambos os circuitos.

3. Metodologia

A metodologia utilizada para realização da prática contou com um guia disponibilizado pelo professor Henrique Patriota com os conceitos sobre os equivalentes de Thévenin e Norton. Nesse guia está apresentado um circuito resistivo (1ª Figura) para a realização de cálculos teóricos e encontrar os equivalentes de Thévenin e Norton.

1ºFigura: Circuito resistivo para cálculos teóricos e montagem



Por falta de recursos no laboratório, os resistores de 1,8 kΩ foram substituídos por resistores de 1,2 kΩ e o resistor de 2,2 kΩ foi substituído pelo de 4,7kΩ. Seguindo a prática após a montagem e medições, o guia seguiu para uma segunda montagem com o uso do Potenciômetro utilizando os conceitos de Thévenin e Norton.

3.1. Cálculos teóricos da prática

3.1.1. Resistência de Thévenin (R_{th})

$$R_{th} = \{[(4700\Omega \parallel 3300\Omega) + 1200\Omega] \parallel 1200\Omega\} + (1200\Omega \parallel 1200\Omega) \parallel 1200\Omega$$

$$R_{th} = \{[1938,75\Omega + 1200\Omega] \parallel 1200\Omega\} + 600\Omega \parallel 1200\Omega$$

$$R_{th} = \{[3138,75\Omega \parallel 1200\Omega] + 600\Omega\} \parallel 1200\Omega$$

$$R_{th} = \{868,10\Omega + 600\Omega\} \parallel 1200\Omega$$

$$R_{th} = 1468,10\Omega \parallel 1200\Omega$$

$$R_{th} = 660\Omega$$

3.1.2. Fonte de Thévenin (V_{th})

$$\frac{v - 10}{1200} + \frac{v}{3138,75} + \frac{v}{1800} = 0$$

$$\frac{(v - 10) * 3138,75 * 1800 + v * 1200 * 1800 + v * 1200 * 3138,75}{1200 * 3138,75 * 1800} = 0$$

$$5649750v - 56497500 + 2160000v + 3766500v = 0$$

$$5649750v + 2160000v + 3766500v = 56497500$$

$$11576250v = 56497500$$

$$v = \frac{56497500}{11576250}$$

$$v = 3,25V$$

3.1.3. Corrente de Norton (I_N)

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}}$$

$$I_N = \frac{3,25}{660}$$

$$I_N = 4,92\text{mA}$$

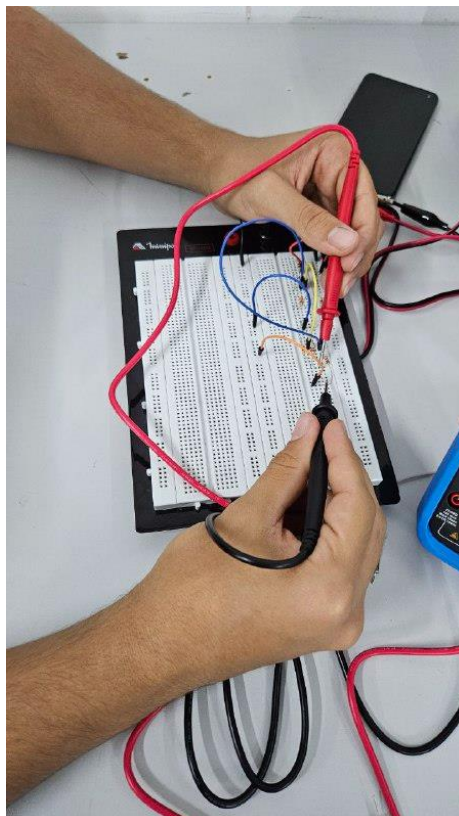
3.2. Montagem do circuito resistivo

Após a realização dos cálculos teóricos sobre o circuito foi realizada a montagem que contou com os seguintes materiais:

1. Fonte CC;
2. Multímetro;
3. *Protoboard*;
4. Resistores;
 - 1,2 k Ω (x4), 4,7k Ω e 3,3k Ω (1ª Prática)
 - Potenciômetro (2ª Prática)

O circuito montado para a 1ª prática está presente na 2ª Figura que seguindo o guia pedia que após a montagem fosse realizada as medições sobre as variáveis calculadas teoricamente no tópico anterior.

2ª Figura: Circuito Resistivo montado para a 1ª prática



Dessa forma, com o uso de um multímetro e auxílio do professor desenrolou-se a medição da resistência, fonte de Thévenin e corrente de Norton, como apresentado nas figuras enumeradas da seguinte forma 3º, 4º e 5º seguindo a mesma ordem.

3ºFigura: Resistência de Thévenin na 1ªPrática



4ºFigura: Fonte de Thévenin na 1ªPrática

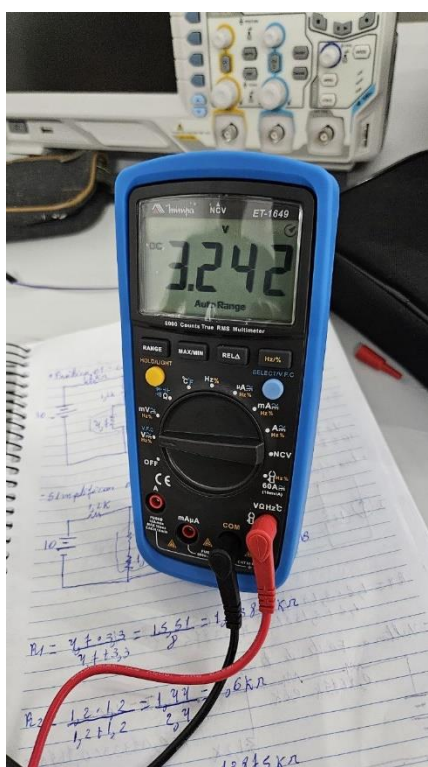


5º Figura: Corrente de Norton na 1ª Prática

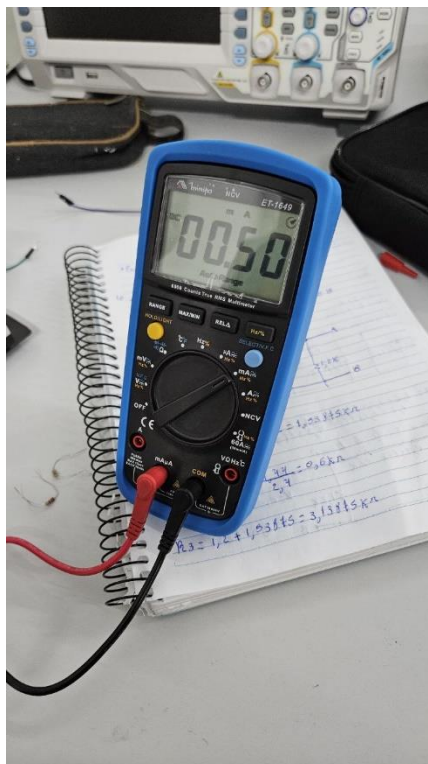


Ademais, após a montagem e medições da 1ª prática, iniciou-se a 2ª prática que consistia em montar um circuito equivalente ao resistivo da 1ª prática com o uso de um potenciômetro no lugar dos resistores e configurar a fonte CC para os valores de fonte de Thévenin, em seguida com o uso do multímetro medir a fonte Thévenin e corrente de Norton, as medições estão registradas nas 6ª Figura e 7ª Figura.

6º Figura: Fonte de Thévenin na 2ª Prática



7ª Figura: Corrente de Thévenin na 2ª Prática



4. Resultados e Discussões

Com os resultados das duas práticas é possível preencher as respectivas tabelas presentes no guia Tabela 1.1 e 1.2. Que servem para mensurar algumas diferenças entre o teórico e as duas práticas, para obter um melhor entendimento sobre essas diferenças é necessário calcular o erro relativo (1ª Equação) e após isso discutir melhor os resultados.

1ª Equação: Erro relativo

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|Valor Teórico - Valor Medido|}{Valor Teórico}$$

Tabela 1.1: Tabela relativa a 1ª Prática

Variáveis	Valores Teóricos	Valores Medidos
V_{th}	3,25V	3,6V
I_N	4,92mA	4,99mA
R_{th}	660Ω	647Ω

4.1. Erro relativo 1ª Prática – Fonte de Thévenin

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|3,25 - 3,6|}{3,25}$$

$$Erro (\%) = 10\%$$

4.2. Erro relativo 1º Prática – Corrente de Norton

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|4,92 - 4,99|}{4,92}$$

$$Erro (\%) = 1,42\%$$

4.3. Erro relativo 1º Prática – Resistência de Thévenin

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|660 - 647|}{660}$$

$$Erro (\%) = 1,96\%$$

Dessa forma, é possível notar que a fonte de Thévenin na 1º prática obteve um valor muito alto em relação ao valor teórico calculado para o mesmo circuito, o que demonstra que na *protoboard* a “fonte de Thévenin” está fora dos padrões esperados de erro relativo, o que pode representar que há algum fator adicional interferindo na medição, como possíveis imperfeições na protoboard, conexões soltas, ou até mesmo a precisão limitada dos componentes utilizados, o que pode também ter causado essa discrepância significativa foi a diferença de resistência Thévenin teórica para a resistência na prática, além disso a corrente no circuito montado está chegando maior que a corrente calculada teoricamente. Entretanto, as medições de resistência de Thévenin e Norton demonstram erros relativos menores e aceitáveis que demonstram que o circuito está montado de maneira correta.

Prosseguindo para a 2ª prática que consistência em montar o mesmo circuito utilizando um potenciômetro no lugar de todos os resistores, dessa forma medir a corrente de Norton e a fonte de Thévenin, registradas na tabela 1.2

Tabela 1.2: Tabela relativa a 2º Prática

Variáveis	Valores do equivalente de Thévenin
V_{th}	3,24V
I_N	500mA

Com os valores da tabela 1.2 registrados da 2ª prática, calcular o erro relativo utilizando a equação de erro relativo (1º Equação) com base nos valores teóricos calculados anteriormente.

4.4. Erro relativo 2º prática – Corrente de Norton

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|4,92 - 5|}{4,92}$$

$$Erro (\%) = 1,62\%$$

4.5. Erro relativo 2º prática – Fonte de Thévenin

$$Erro (\%) = 100 \cdot \frac{|3,25 - 3,24|}{3,25}$$

$$Erro (\%) = 0,3\%$$

Dessa forma, é possível notar que a fonte de Thévenin na 2ª prática possui um erro relativo praticamente inexpressível referente ao valor teórico e a corrente de Norton tem valor muito próximo ao da 1ª prática e semelhante ao valor teórico.

Ademais, realizando-se algumas comparações entre os dois circuitos é possível provar que se pode transformar um circuito resistivo com vários resistores em um circuito com um único resistor, no caso o resistor de Thévenin e ainda comprovar que o circuito equivalente de Thévenin é uma representação válida e simplificada do comportamento do circuito original, pois nas duas práticas obtém-se valores similares aos calculados teoricamente e especialmente na segunda prática é possível notar que o potenciômetro consegue representar bem o resistor de Thévenin.

5. Conclusões

Portanto, a realização dessa prática trouxe uma revisão sobre os conceitos estabelecidos e praticados na disciplina de circuitos 1 como por exemplo: associação de resistores, leis de Kirchhoff, montagem de circuito na protoboard, aferição de medidas com multímetro e equivalência de Thévenin e Norton para circuitos resistivos. Especialmente esses últimos conceitos as duas práticas mostraram a confiabilidade dos modelos equivalentes com pequenas diferenças no erro relativo para os cálculos teóricos, o que demonstrar a validade desses modelos para simplificar circuitos resistivos maiores.