

**Universidade de São Paulo**  
**Escola de Engenharia de São Carlos**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**

**SEL410 – Eletricidade e Magnetismo**

**Prof. José Marcos Alves**

## **Comprovação Experimental do Teorema de Thévenin**

Nome **xxxxxx** N° USP **xxxxxx** E-mail : **xxxxxx**

Nome **xxxxxx** N° USP **xxxxxx** E-mail : **xxxxxx**

## Índice

		<b>Pág.</b>
	Resumo	3
<b>1</b>	<b>Introdução</b>	3
1.1	Circuito Equivalente de Thévenin	3
1.2	Cálculo dos parâmetros de Thévenin	3
1.2.1	Tensão de Thévenin	3
1.2.2	Impedância de Thévenin	4
<b>2</b>	<b>Material e Método</b>	4
<b>3</b>	<b>Resultados</b>	5
<b>4</b>	<b>Discussão</b>	6
<b>5</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	6

## Lista de Figuras

		<b>Pág.</b>
1.1	Circuito Equivalente de Thévenin	3
1.2	Ilustração de redução para o Circuito Equivalente de Thévenin	4
1.3	Circuito a ser implementado	4
1.4	Circuito Equivalente de Thévenin	5

## Lista de Tabelas

		<b>Pág.</b>
3.1	Valores das resistências	<b>6</b>
3.2	Valores medidos com o circuito da Figura 1.3	<b>6</b>
3.3	Valores medidos com o circuito da Figura 1.4	<b>6</b>

## Resumo

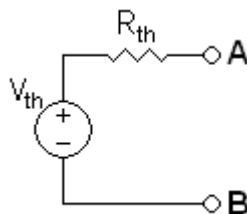
Foi objetivo desta prática verificar o Teorema de Thévenin e perceber a importância de sua aplicação na resolução de circuitos na engenharia. Fizemos uso dos materiais disponíveis no laboratório e implementamos o circuito numa placa protótipo (protoboard). Após isso, as medidas das grandezas elétricas envolvidas foram realizadas e pudemos verificar que os resultados obtidos no procedimento experimental foram muito próximos dos resultados teóricos esperados.

## 1.Introdução

### 1.1. Circuito Equivalente de Thévenin

Muitas vezes, quando estamos fazendo análise de circuitos, temos interesse em saber a resposta do circuito em relação a apenas um trecho, como por exemplo, uma instalação industrial, onde precisamos dimensionar a carga a ser instalada. Para saber o comportamento do circuito com a instalação daquela carga, podemos usar o Circuito Equivalente de Thévenin.

O Teorema de Thévenin estabelece que qualquer circuito linear visto de um ponto pode ser representado por uma fonte de tensão ( $V_{th}$ ) em série com uma impedância ( $Z_{th}$ ). Esta configuração é muito útil para reduzir circuitos maiores a um circuito equivalente e extremamente aplicável quando o interesse é obter os valores das grandezas como corrente, tensão e potência na carga a ser analisada. Segue abaixo a ilustração do Circuito Equivalente de Thévenin:



(Figura 1.1 – Circuito equivalente de Thévenin)

Na Figura 1.1, é observado o circuito equivalente de Thévenin em relação aos pontos A-B de um circuito qualquer. Para se fazer a análise da resposta do circuito em relação ao trecho A-B, basta conectarmos o elemento a ser analisado aos terminais em aberto. Vale ressaltar, que mesmo variando a carga a ser instalada, os parâmetros de Thévenin calculados jamais serão alterados.

### 1.2. Cálculo dos parâmetros de Thévenin

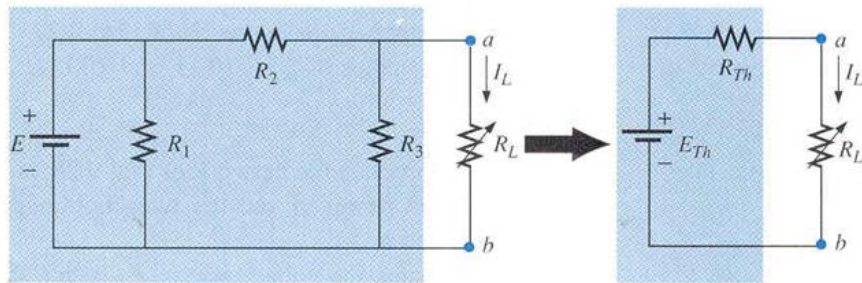
#### 1.2.1. Tensão de Thévenin

Para calcular a tensão de Thévenin ( $V_{th}$ ), retira-se o elemento a ser analisado e calcula-se a tensão entre os terminais A-B do circuito em aberto. No procedimento experimental, basta medir, utilizando um voltímetro, a tensão entre os pontos A-B do circuito.

### 1.2.2. Impedância de Thévenin

Para calcular a Impedância de Thévenin ( $Z_{th}$ ), basta curto-circuitar os terminais do trecho a ser analisado e ligar a um amperímetro em série. A corrente medida será a corrente de curto-circuito ( $I_{cc}$ ). A partir desta corrente, temos a seguinte relação:

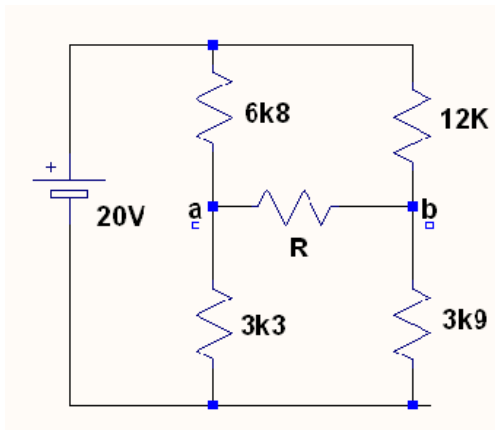
- $Z_{th} = V_{th}/I_{cc}$



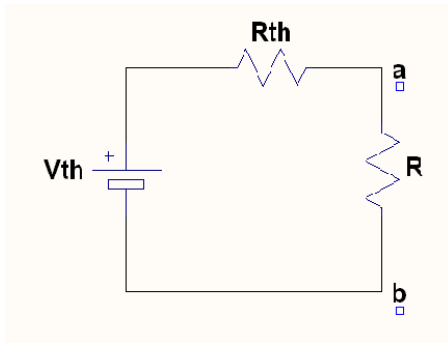
(Figura1.2 – Ilustração de redução para o Circuito Equivalente de Thévenin)

## 2. Material e Método

O objetivo era implementar o seguinte circuito em protoboard, bem como seu circuito equivalente de Thévenin:



(Figura 1.3 – circuito a ser implementado)



(Figura 1.4 – Circuito Equivalente de Thévenin)

Foram utilizados os seguintes materiais para a prática:

- Protoboard
- Sete resistores série E12 com os seguintes valores nominais: 6k8  $\Omega$ , 12 k $\Omega$ , 3k3  $\Omega$ , 3k9  $\Omega$ , 1k8  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 6k8  $\Omega$ .
- Fonte DC 0-30V (ajustada para 20 V)
- Multímetro Digital Minipa
- Potenciômetro 10 k $\Omega$

O seguinte procedimento experimental foi realizado:

- Medição dos resistores fornecidos para a prática utilizando o Multímetro
- Medição da tensão ajustada na fonte DC utilizando o Multímetro
- Implementação em Protoboard do circuito mostrado na Figura 3
- Medição da corrente entre os terminais A-B da Figura 3 variando a resistência R para os seguintes valores: 1k8  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 6k8  $\Omega$
- Medição da Tensão de Thévenin ( $V_{th}$ ) utilizando o Multímetro (método conforme mostrado em 1.2.1)
- Medição da Resistência de Thévenin ( $R_{th}$ ) utilizando o Multímetro (método conforme mostrado em 1.2.2)
- Implementação do Circuito Equivalente de Thévenin (utilizando o potenciômetro para  $R_{th}$  e ajustando a fonte DC para  $V_{th}$ )
- Medição da corrente entre os terminais A-B da Figura 4 variando a resistência R para os seguintes valores: 1k8  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 6k8  $\Omega$

### 3. Resultados

Os resultados das medições feitas durante o procedimento experimental estão nas tabelas a seguir:

**Tabela 3.1 – Valores das resistências**

R1	6759 $\Omega$
R2	3288 $\Omega$
R3	12103 $\Omega$
R4	3912 $\Omega$
R5	102 $\Omega$
R6	1784 $\Omega$
R7	6812 $\Omega$

**Tabela 3.2 – Valores medidos com o circuito da Figura 1.3 ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  são as correntes sobre os resistores R5, R6, R7, respectivamente)**

$V_o$	20,04 V
$I_1$	0,316 mA
$I_2$	0,238 mA
$I_3$	0,138 mA

**Tabela 3.3 – Valores medidos com o circuito da Figura 14 ( $I_1'$ ,  $I_2'$ ,  $I_3'$  são as correntes sobre os resistores R5, R6, R7, respectivamente)**

$V_{th}$	1,67 V
$R_{th}$	5170 $\Omega$
$I_1'$	0,317 mA
$I_2'$	0,240 mA
$I_3'$	0,139 mA

#### 4. Discussão

Os valores experimentais das grandezas medidas foram muito próximos dos valores teóricos esperados. A experiência trouxe à tona a grande utilidade do método de Thévenin. Os pequenos desvios foram causados principalmente pela dificuldade no ajuste do potenciômetro ( $R_{th}$ ) para o valor medido da Resistência de Thévenin.

#### 5. Referências Bibliográficas

[1] Boylestad, RL, Teorema de Thévenin. In: Introdução à Análise de Circuitos Elétricos, Pearson, Prentice Hall, 2004.