



---

# CIRCUITOS ELÉTRICOS 1

## 01-TEOREMA DE THÉVENIN E MÁXIMA TRANSFERÊNCIA DE POTÊNCIA

### **Professores:**

Adélio José de Moraes e Carlos Eduardo Tavares

### **Alunos:**

Igor Henrique Soares de Lima

Matricula: 11521EEL006

Luiz Henrique Almeida Barbosa

Matricula: 11521EEL005

Uberlândia-MG

Setembro/2016

## SUMÁRIO:

<b>Tópico</b>	<b>Página</b>
1. Procedimento Experimental	03
1.1 – Materiais utilizados	03
1.2 – Procedimento experimental	03
2. Conclusão	07

## 1 – Procedimento Experimental:

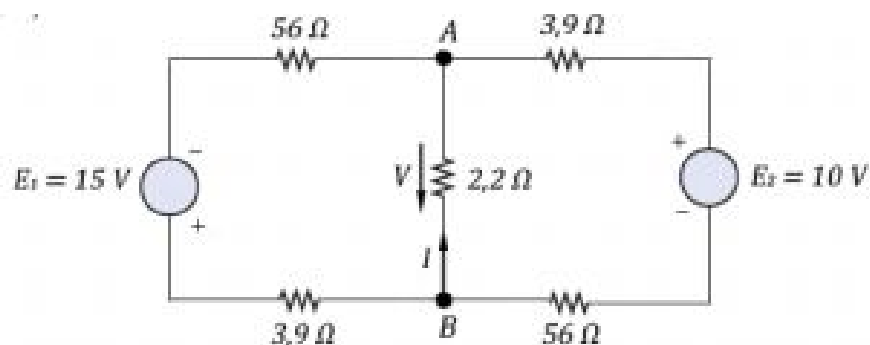
### 1.1 – Materiais Utilizados:

- . 02- Resistores de  $56\Omega$ ;
- . 02- Resistores de  $3.9\Omega$ ;
- . 01- Resistor de  $2.2\Omega$ ;
- . 01- Fonte de  $15V$ ;
- . 01- Fonte de  $10V$ ;
- . 02- Fios de  $0.57mm$ , Tamanho  $10cm$ ;
- . 01- Protoboard;
- . 01- Multímetro;

### 1.2 – Procedimento Experimental:

Para o Teorema de Thevenin:

Montar o circuito da figura 1 e efetuar as medidas da queda de tensão  $V$  e a corrente  $I$  no resistor de  $2,2\Omega$ .



**Figura 1 – Esquema de montagem para verificação do Teorema de Thevenin**

Primeiramente efetua-se o cálculo da queda da tensão e corrente analiticamente usando o método de análise das malhas segundo a lei de Kirchhoff das tensões:

A = corrente da malha A, e B = corrente da malha B

Malha A (esquerda):  $-15 - 56A - 2.2(A - B) - 3.9A = 0$

Malha B (direita):  $-10 - 56B + 2.2(B - A) - 3.9B = 0$

Temos um sistema linear:

$$-62.1A + 2.2B = 15$$

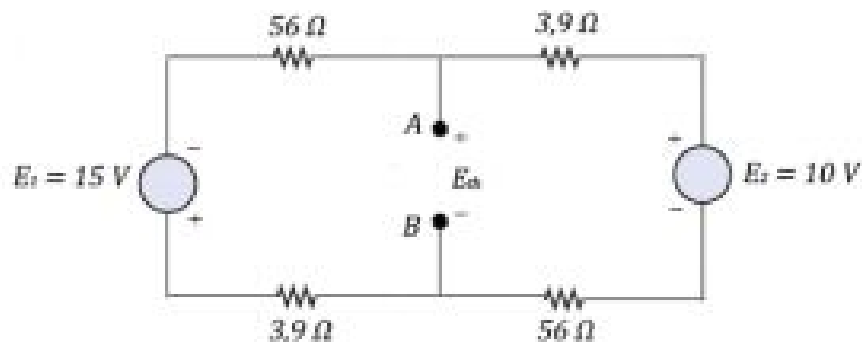
$$-2.2A - 57.7B = 10$$

Resolvendo esse sistema temos como resultado  $A = -0.2474$  e  $B = -0.1641$

Logo a corrente  $I$  do resistor é  $(A - B)$  pois adota-se a tensão para cima nesse resistor, assim  $I = -0.0833$  amperes e portanto  $V = R \cdot I = 2.2 \cdot (-0.0833) = -0.1832$  volts

Experimentalmente o valor para  $I = 0.079$  amperes e de  $V = 0.172$  volts, valor condizente com o calculado analiticamente porém com sinais contrários, o que indica que o sentido adotado no calculo dos valores de  $I$  e  $V$  é o contrário no resistor central.

b) Retirar o resistor de  $2,2\Omega$  e fazer a leitura de  $E_{th}$  entre os terminais A e B em circuito aberto. Dessa maneira:



**Figura 2 - Circuito entre os terminais A e B do resistor de  $2,2\Omega$**

$E_{th} = 2.563$  volts

Para calcular o valor de  $E_{th}$  analiticamente é preciso considerar o circuito inteiro e usar a segunda lei de Kirchhoff das tensões nas 3 malhas do circuito:

$A =$  corrente da malha A, e  $B =$  corrente da malha B

Malha A (esquerda):  $-15 - 56A - E_{th} - 3.9A = 0$

Malha B (direita):  $-10 - 3.9B + E_{th} - 56B = 0$

Malha Maior (Total):  $-15 - 56A - 3.9B - 10 - 56B - 3.9A = 0$

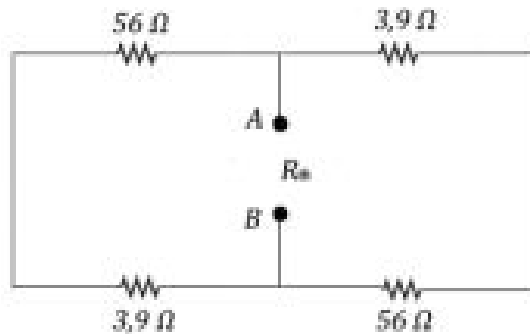
$$-59.9A - E_{th} = 15$$

$$-59.9B + E_{th} = 10$$

$$-59.9A - 59.9B = 25$$

Como solução desse sistema linear temos  $E_{th} = 2.5$  volts condizente com o esperado experimentalmente.

c) Colocar as fontes de tensão de 10V e 15V em curto-circuito e efetue a medida de  $R_{th}$  entre os terminais A e B com o auxílio de um multímetro. Dessa maneira:



**Figura 3 - As fontes de tensão são colocadas em curto-circuito**

$$R_{th} = 30.8 \text{ omhs}$$

Para calcular analiticamente o valor de  $R_{th}$  é preciso desconsiderar as fontes de tensão e corrente do circuito e fazer a equivalência de resistências que não passam pelo  $R_{th}$ .

Temos:

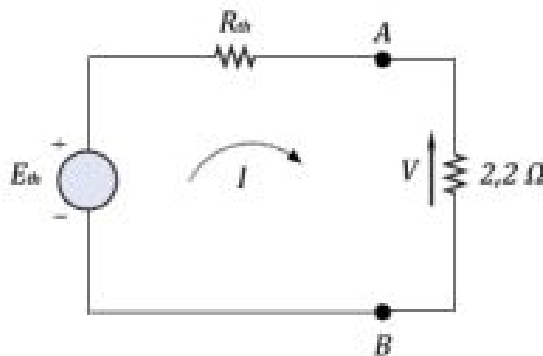
$$\text{Lado esquerdo(serie): } 56 + 3.9 = 59.9$$

$$\text{Lado direito(serie): } 56 + 3.9 = 59.9$$

$$\text{Temos em paralelo o que sobrou: } R_{eq} = R_{th} = (59.9 * 59.9) / (59.9 + 59.9) = 29.95$$

Como solução temos  $R_{th} = 29.95$  omhs, valor condizente com esperado experimentalmente.

d) Montar o circuito equivalente de Thèvenin e meça a queda de tensão e a corrente no resistor de  $2.2\Omega$ , verificando os resultados com as leituras efetuadas no item (a). Dessa Maneira:



**Figura 4 - Circuito equivalente de Thevenin**

Na letra D pede-se calcular a tensão e corrente que passa no resistor de  $2.2$  omhs, que é o mesmo que é pedido na letra E, então optamos por não colocar a letra E.

$$I = 0.077 \text{ e } V = -0.169$$

$$E_{th} = 2.56, R_{th} = 30.8$$

Usando análise das malhas temos:

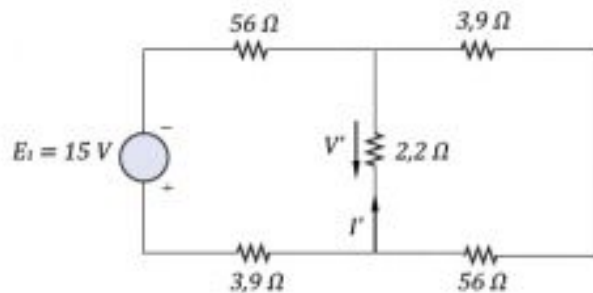
$$2.56 - 30.8A - 2.2A = 0$$

$$A = I = 0.077 \text{ e } V = 2.2 * 0.077 = 0.170$$

Esses valores são condizentes com os obtidos experimentalmente. O valor de V tem sinal trocado por causa do sentido adotado na análise das malhas.

Para Teorema da superposição de efeitos

- idem Thevenin(já feito anteriormente)
- Efeito de E1



**Figura 5 - Anulando-se o efeito da fonte de tensão E2**

Desconsidera-se a fonte de tensão de 10volts.

$V = 0.527$  volts e  $I = 0.242$  amperes

Usando o método da análise das malhas temos:

Malha A(esquerda):  $-15 - 56A - 2.2(A-B) - 3.9A = 0$

Malha B(direita):  $-3.9B - 56B + 2.2(B-A) = 0$

$-62.1A + 2.2B = 15$

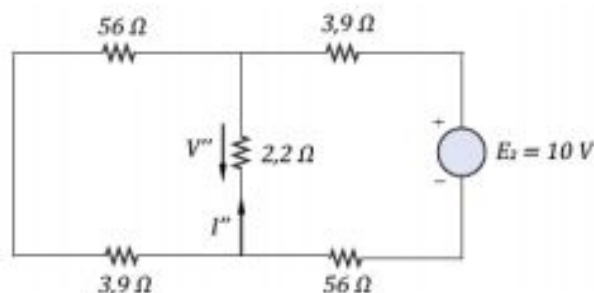
$-57.7B - 2.2A = 0$

Temos então  $A = -0.24$  e  $B = 9.49 \cdot 10^{-3}$

Logo  $I = A - B = -0.249$  amperes e  $V = 2.2 \cdot (-0.249) = -0.54$  volts

Os valores são condizentes com os obtidos experimentalmente porém com sinais contrários, o que indica que o sentido adotado no calculo da análise das malhas deveria ser o contrário.

- Efeito de E2



**Figura 6 - Anulando-se o efeito da fonte de tensão E1**

Desconsidera-se a fonte de tensão de 15volts.

$V = -0.34$  volts e  $I = -0.156$  amperes

Usando o método da análise das malhas temos:

Malha A(esquerda):  $-56A + 2.2(A-B) - 3.9A = 0$

Malha B(direita):  $-3.9B - 10 - 56B - 2.2(B-A) = 0$

$-57.7A - 2.2B = 0$

$-62.1B + 2.2A = 10$

$A = 6.13 \cdot 10^{-3}$  e  $B = -0.16$

$I = B - A = -0.166$  amperes e  $V = -0.166 \cdot 2.2 = -0.36$  volts

Os valores são condizentes com os obtidos experimentalmente.

Como consequência do teorema da superposição de efeitos temos que a soma das correntes dos efeitos de  $E_1$  e  $E_2$  e soma das tensões dos efeitos de  $e_1$  e  $E_2$  devem ser iguais aos valores de corrente e tensão obtidos na letra A(teorema de Thevenin) respectivamente.

Então:

$I = 0.242 - 0.156 = 0.086$  amperes

$V = 0.527 - 0.34 = 0.187$  volts

O valor obtido na letra A é  $I = 0.079$  amperes e  $V = 0.173$  volts. Ou seja, o teorema é valido pois os valores são muito próximos.

## 2 - Conclusão

Observando as experimentos e seus resultados pôde-se concluir que:

Para uma associação de resistores em séries, a corrente elétrica é a mesma para todos os resistores. E para uma associação de resistores em paralelos, a tensão é a mesma para todos os resistores.

Além disso, é possível verificar o Teorema de Thevenin e o Teorema da Superposição de efeitos analiticamente e experimentalmente. Para isso é preciso usar os métodos aprendidos em sala de aula, como a análise das malhas e dos nós, lei de Ohm, além dos conhecimentos de análise de circuitos de corrente contínua em série e paralelo.