

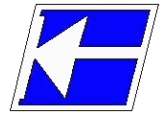
INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA INDUSTRIAL

Circuitos Elétricos I



GUIA DE ESTUDO

- OBJETIVO DE APRENDIZAGEM - TEOREMAS DE THÉVENIN E NORTON

Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, outubro de 2020.

TEOREMAS DE THÉVENIN E NORTON

Objetivo de Aprendizagem

Aplicar os Teoremas de Thévenin e Norton no estudo de circuitos elétricos.

Objetivos parciais

- Conhecer o Teorema de Thévenin;
- Conhecer o Teorema de Norton;
- Aplicar os Teoremas de Thévenin e Norton na análise de circuitos;
- Resolver circuitos elétricos.

Aulas relacionadas

Este objetivo de aprendizagem está relacionado com a aula 09 da disciplina.

Pré-requisitos

Ter estudado o objetivo de aprendizagem 13 relacionado a análise dos nós.

Continuidade dos Estudos

O próximo objetivo de aprendizagem será estudar o Teorema da Superposição.

Roteiro para estudos

Os estudos referentes a este objetivo de aprendizagem consistem em:

1. Estudar este documento resumo, realizando as atividades propostas no mesmo;
2. Responder o quiz relacionado a este objetivo de aprendizagem;
3. Caso perceba necessidade, estudar a apresentação deste assunto ou ler o capítulo do livro texto usado na disciplina;
4. Realizar os exercícios deste tópico da matéria;
5. Realizar o laboratório virtual, se for possível, relacionado a este objetivo de aprendizagem;
6. Realizar a avaliação final para progredir ao próximo conteúdo.

Referências

- Material disponibilizado para a disciplina de Circuitos Elétricos I – 2020/1. Departamento Acadêmico de Eletrônica, Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis.
- BOYLESTAD, Robert. Introdução à análise de circuitos. Tradução de Daniel Vieira, Jorge Ritter. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

Check-list

Caro estudante, verifique se você completou as atividades deste objetivo de aprendizagem e obteve êxito para continuar seus estudos.

Assinale as atividades realizadas:

Estudo do documento resumo:

- Leitura do documento resumo;
- Exercícios do documento resumo;
- Atividade avaliativa do documento resumo.
- Obtive êxito e entendi o conteúdo deste documento;
- Ainda não entendi bem o conteúdo e estudarei o mesmo com mais profundidade.

Estou com dúvidas, irei estudar com mais detalhes este conteúdo:

- Assistir a apresentação relacionada ao conteúdo (apresentação 09);
- Ler o capítulo deste conteúdo no livro (capítulo 09).

Ainda estou com dúvidas:

- Entrarei em contato com o professor.

Obtive êxito, então seguirei em frente:

- Responder ao quiz deste conteúdo no Moodle;
- Informar ao professor que estou avançando com o conteúdo.

Parabéns, continue estudando com afinco e vamos em frente!!

CONTEÚDO

- OBJETIVO DE APRENDIZAGEM -
TEOREMAS DE THÉVENIN E NORTON

1 Introdução

As aulas anteriores abordaram duas técnicas muito importantes para a resolução de circuitos elétricos, que são as análises de malhas e dos nós. Nesta aula estudaremos dois novos Teoremas, que são o Teorema de Thévenin e o Teorema de Norton. A partir do Teorema de Thévenin ou do Teorema de Norton é possível simplificar circuitos complexos, por isso o estudo dos mesmos é muito importante nos cursos de eletricidade e eletrônica.

1.1 Conteúdo – O que irei estudar

Estudaremos neste tópico:

- Teorema de Thévenin;
- Teorema de Norton;
- Aplicação dos Teoremas de Thévenin e Norton na análise de circuitos.

1.2 Metodologia – O que devo fazer e como fazer

Leia com atenção o conteúdo a seguir. Ao final deste tópico são apresentados exercícios resolvidos. Após são apresentados alguns exercícios propostos.

Ao realizar estas atividades e se sentir confiante para progredir, siga os passos indicados na primeira página deste documento.

Espera-se que após estudar este assunto, você consiga:

- Explicar o que são os Teoremas de Thévenin e Norton;
- Aplicar os Teoremas de Thévenin e Norton na resolução de circuitos elétricos.

A atividade avaliativa deste objetivo de aprendizagem consistirá em apresentar ao aluno um circuito formado por diversos componentes e solicitar que sejam aplicados os Teoremas de Thévenin e Norton para a resolução do mesmo.

Exemplo de atividade avaliativa:

1. Explique o que são os Teoremas de Thévenin e Norton;
2. Aplique o Teorema de Thévenin no circuito dado;
3. Faça a análise do circuito apresentado utilizando os Teoremas de Thévenin e Norton.

2 Teorema de Thévenin

2.1 Introdução

A análise de circuitos complexos é possível utilizando as técnicas anteriormente estudadas, por exemplo análise de malhas e análise dos nós. No entanto, sempre que for possível realizar simplificações nos circuitos elétricos, do ponto de vista da análise de circuitos, é preferível a resolução de circuitos simples ao invés de circuitos complexos com muitos componentes.

Assim, os Teoremas de Thévenin e de Norton permitem obter circuitos simples a partir de circuitos complexos, levando em conta que o circuito terá dois pontos considerados como saída ou onde se conectará a carga ou o componente de interesse do circuito.

A seguir será apresentado o Teorema de Thévenin e sua aplicação em diferentes circuitos.

2.2 Teorema de Thévenin

O Teorema de Thévenin determina que:

- Qualquer circuito de corrente contínua de dois terminais pode ser substituído por um circuito equivalente que consista somente de uma fonte de tensão e de um resistor em série.

Assim, na Figura 1 pode-se notar que o circuito equivalente de Thévenin, representado pela fonte de tensão (V_{Th}) e pelo resistor série (R_{Th}) tem como saída os terminais “a” e “b” do circuito, nos quais é conectada a carga, representada pelo resistor R_L . Importante destacar que o resistor de carga (R_L) não faz parte do circuito equivalente de Thévenin. Deste modo, o circuito equivalente de Thévenin é representado por:

- Fonte de tensão de Thévenin (V_{Th}) – representa a tensão equivalente ou resultante, vista dos terminais de saída (a e b) do circuito;
- Resistência de Thévenin (R_{Th}) – representa a resistência total ou equivalente, vista dos terminais de saída (a e b) do circuito, quando as fontes deste circuito forem anuladas.

O objetivo de se utilizar o Teorema de Thévenin para obter um circuito equivalente de Thévenin é simplificar circuitos complexos, representando os mesmos por apenas uma fonte em série com um resistor, como mostrado na Figura 2. Assim, circuitos formados por fontes de tensão, fontes de corrente, resistores, em qualquer número, poderão ser substituídos por circuitos

equivalentes, representados por uma fonte de tensão e um resistor em série. Assim, do ponto de vista da carga do circuito, conectada entre os pontos “a” e “b”, a tensão e corrente será a mesma, ou seja, para a carga, não há alteração se o circuito onde a mesma está conectada possui inúmeros componentes e alta complexidade ou se possui apenas uma fonte de tensão em série com um resistor, pois a tensão na carga e sua corrente serão as mesmas para os dois casos.

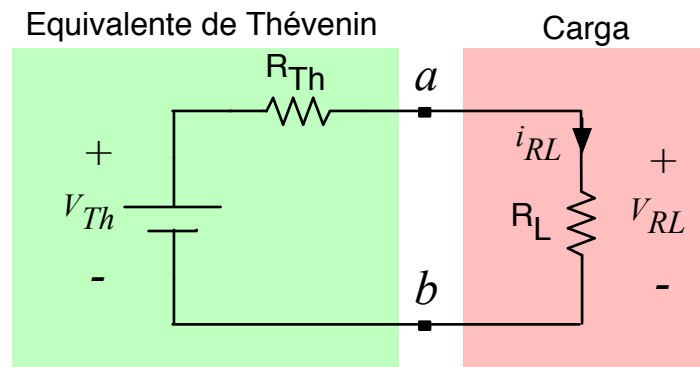


Figura 1 – Circuito equivalente de Thévenin.

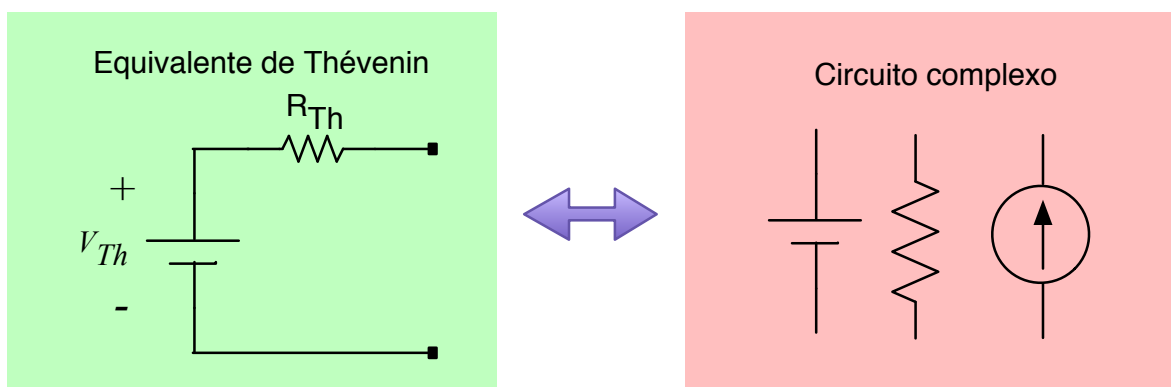


Figura 2 – Simplificação de circuitos utilizando o Teorema de Thévenin.

Os passos para se aplicar o Teorema de Thévenin, obtendo-se o circuito equivalente de Thévenin são:

1. Identificar os terminais de interesse, a partir dos quais se deseja obter o circuito equivalente de Thévenin;
2. Anular as fontes do circuito (curto-circuitando as fontes de tensão e abrindo as fontes de corrente), para obter a resistência de Thévenin;
3. Calcular a tensão resultante entre os terminais de interesse, mantendo apenas o circuito que estiver sendo simplificado, ou seja, desligando-se a carga ou os componentes que não fazem parte do circuito equivalente de Thévenin;
4. Redesenhar o circuito original pelo equivalente de Thévenin.

3 Aplicação do Teorema de Thévenin

3.1 Introdução

A seguir será aplicado o Teorema de Thévenin para simplificação de circuito e obtenção do circuito equivalente de Thévenin.

3.2 Circuito com Fonte de Tensão

O circuito da Figura 3 possui uma fonte de tensão (V_1) e dois resistores (R_1 e R_2) e um resistor de carga (R_L). A análise a ser realizada consistirá em obter o circuito equivalente de Thévenin envolvendo a fonte V_1 e os resistores R_1 e R_2 , isto é, será obtido o equivalente de Thévenin visto dos pontos “a” e “b”. É comum se dizer que o circuito equivalente de Thévenin é o circuito resultante visto a partir dos pontos “a” e “b”, como mostrado pelo olho da Figura 3.

A aplicação do Teorema de Thévenin no circuito da Figura 3 consistirá em determinar a tensão e a resistência resultantes entre os pontos “a” e “b” com a desconexão da carga (R_L), conforme mostrado na Figura 4.

Assim, para se obter a resistência de Thévenin deve-se anular as fontes de alimentação (tensão e corrente) do circuito, assim, o circuito resultante será aquele da Figura 5. Note que a resistência equivalente vista dos pontos “a” e “b” será:

$$R_{Th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Já a tensão resultante entre os pontos “a” e “b” será obtida aplicando a regra do divisor de tensão ao circuito da Figura 3:

$$V_{Th} = V_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

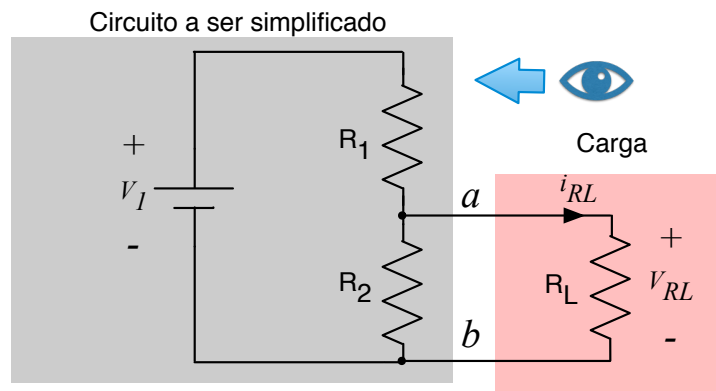


Figura 3 – Circuito com fonte de tensão para obtenção do equivalente de Thévenin.

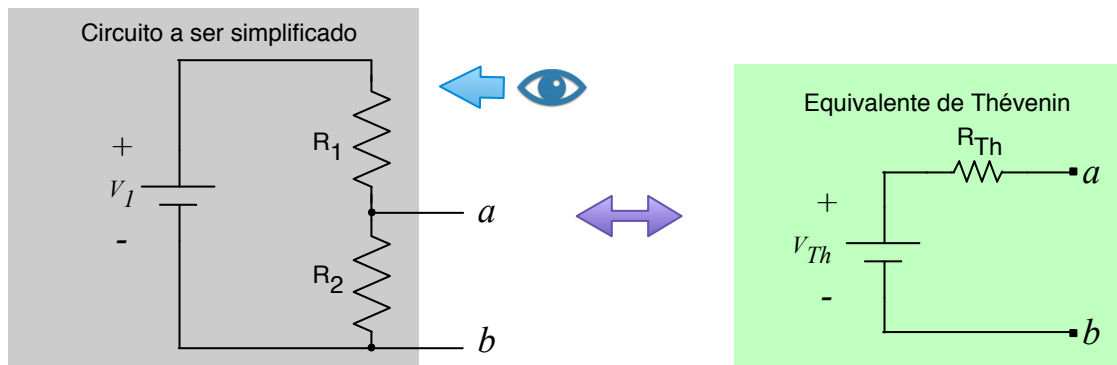


Figura 4 – Circuito equivalente de Thévenin para o circuito da Figura 3.

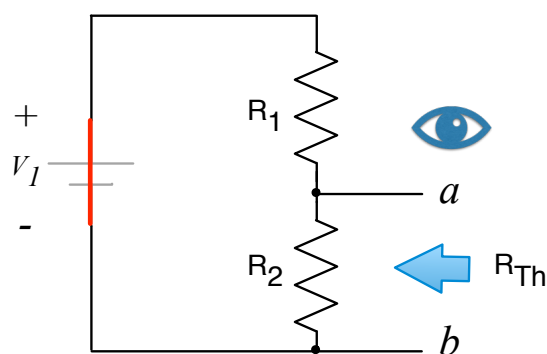


Figura 5 – Circuito com a fonte de tensão curto-circuitada (zerada), para obtenção da resistência de Thévenin vista entre os pontos “a” e “b”.

Exemplo 1:

O circuito da Figura 3 possui uma fonte de tensão de 12 V e os resistores R_1 e R_2 são de 10 Ω e 5 Ω , respectivamente. Determine o circuito equivalente de Thévenin para este circuito.

A resistência de Thévenin será:

$$R_{Th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 5}{10 + 5} = 3,33 \Omega$$

Por sua vez, a tensão de Thévenin será dada por:

$$V_{Th} = V_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \cdot \frac{5}{10 + 5} = 4V$$

3.3 Circuito com Fonte de Corrente

O circuito da Figura 6 possui uma fonte de corrente (I_1) e dois resistores (R_1 e R_2) e um resistor de carga (R_L). A análise a ser realizada consistirá em obter o circuito equivalente de Thévenin envolvendo a fonte I_1 e os resistores R_1 e R_2 , isto é, será obtido o equivalente de Thévenin

visto dos pontos “a” e “b”.

A aplicação do Teorema de Thévenin no circuito da Figura 6 consistirá em determinar a tensão e a resistência resultantes entre os pontos “a” e “b” com a desconexão da carga (R_L), conforme mostrado na Figura 4.

Assim, para se obter a resistência de Thévenin deve-se anular as fontes de alimentação (tensão e corrente) do circuito, assim, o circuito resultante será aquele da Figura 8. Assim a resistência equivalente vista dos pontos “a” e “b” será:

$$R_{Th} = R_1 + R_2$$

Já a tensão resultante entre os pontos “a” e “b” será obtida considerando que toda a corrente da fonte I_1 estará circulando pelo resistor R_1 , assim:

$$V_{Th} = V_{R_1} = R_1 \cdot I_1$$

A queda de tensão no resistor R_2 será nula, pois pelo mesmo não está circulando corrente:

$$V_{R_2} = 0$$

$$V_{Th} = V_{R_1} - V_{R_2} = V_{R_1} - 0 = V_{R_1}$$

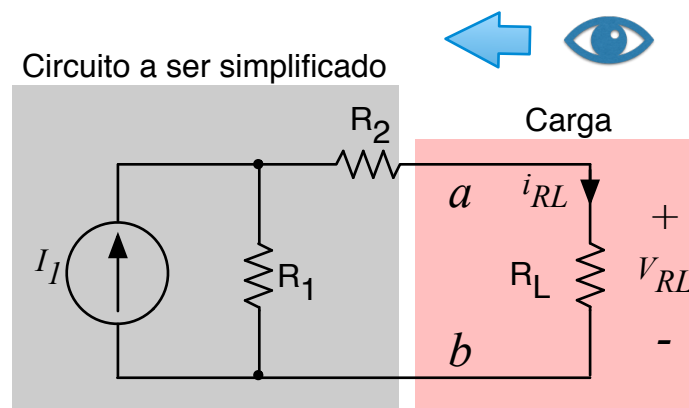


Figura 6 – Circuito com fonte de corrente para obtenção do equivalente de Thévenin.

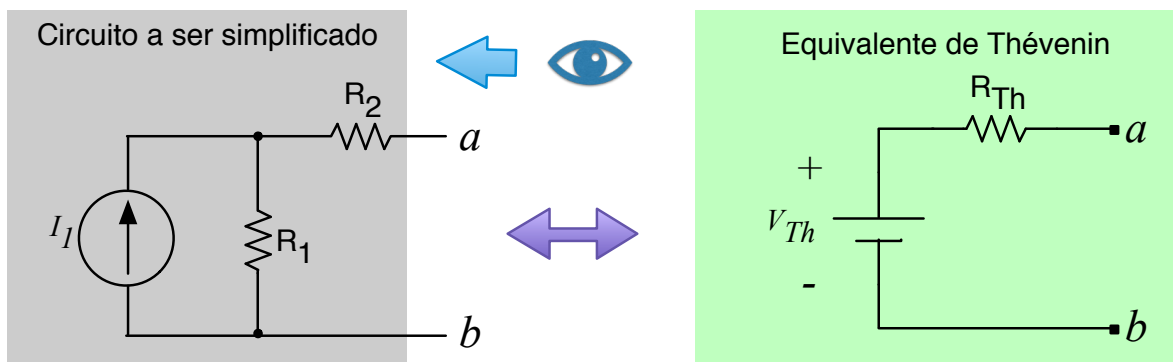


Figura 7 – Circuito equivalente de Thévenin para o circuito da Figura 6.

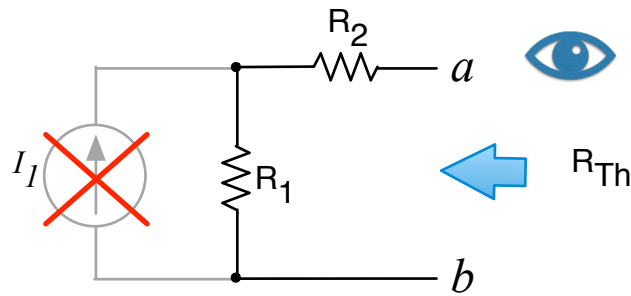


Figura 8 – Circuito com a fonte de corrente aberta (zerada), para obtenção da resistência de Thévenin vista entre os pontos “a” e “b”.

Exemplo 2:

O circuito da Figura 6 possui uma fonte de corrente de 3 A e os resistores R_1 e R_2 são de $10\ \Omega$ e $5\ \Omega$, respectivamente. Determine o circuito equivalente de Thévenin para este circuito.

A resistência de Thévenin será:

$$R_{Th} = R_1 + R_2 = 10 + 5 = 15\ \Omega$$

Por sua vez, a tensão de Thévenin será dada por:

$$V_{Th} = V_{R_1} = R_1 \cdot I_1 = 10 \cdot 3 = 30V$$

3.4 Circuito com Fontes de Tensão e de Corrente

O circuito da Figura 9 possui uma fonte de tensão (V_1) e uma fonte de corrente (I_1) e dois resistores (R_1 e R_2). Neste caso, o objetivo será determinar o circuito equivalente de Thévenin considerando o resistor R_1 como a carga ou saída do circuito; ficando este fora dos elementos que irão compor o circuito resultante, conforme mostrado na Figura 10.

A resistência de Thévenin será obtida anulando (zerando) as fontes de alimentação (tensão e corrente) do circuito. Assim, o circuito resultante será aquele da Figura 11, obtendo-se:

$$R_{Th} = R_2$$

Já a tensão resultante entre os pontos “a” e “b” será obtida considerando que toda a corrente da fonte I_1 estará circulando pelo resistor R_2 e pela fonte de tensão V_1 , assim:

$$V_{R_2} = R_2 \cdot I_1$$

Aplicando-se a Lei de Kirchhoff das Tensões na malha englobando os pontos “a” e “b”, o resistor R_2 e a fonte V_2 se tem:

$$-V_{ab} + V_{R_2} + V_1 = 0$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = V_{R_2} + V_1$$

Mas a tensão V_{ab} é igual a própria tensão de Thévenin:

$$V_{Th} = V_{ab} = V_a - V_b = V_{R_2} + V_1$$

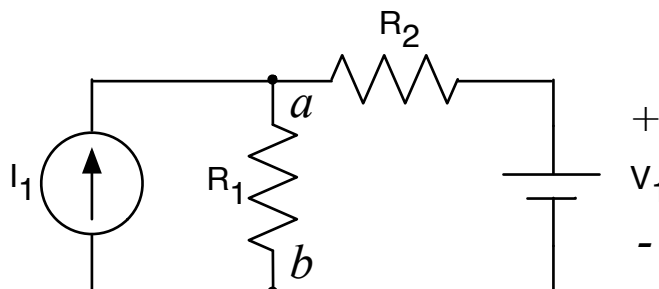


Figura 9 – Circuito com fontes de tensão e de corrente para obtenção do equivalente de Thévenin.

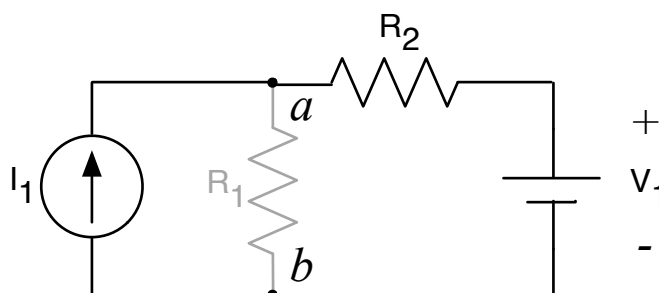


Figura 10 – Elementos resultantes para obtenção do equivalente de Thévenin.

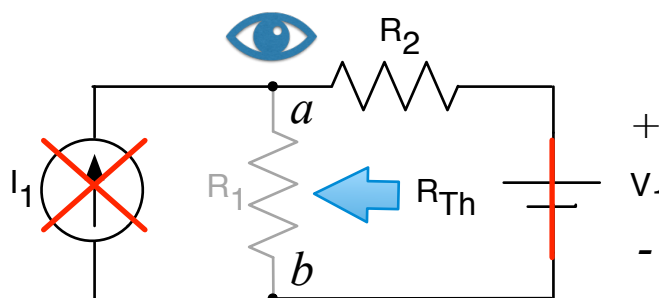


Figura 11 – Circuito com a fonte de corrente aberta (zerada) e a fonte de tensão curto-circuitada (zerada), para obtenção da resistência de Thévenin vista entre os pontos “a” e “b”.

Exemplo 3:

O circuito da Figura 9 possui uma fonte de tensão de 12 V e uma fonte de corrente de 3 A e os resistores R_1 e R_2 são de 10Ω e 5Ω , respectivamente. Determine o circuito equivalente de Thévenin, considerando que o resistor R_1 seja o resistor de carga do circuito.

A resistência de Thévenin será:

$$R_{Th} = R_2 = 5\Omega$$

Por sua vez, a tensão de Thévenin será dada por:

$$V_{R_2} = R_2 \cdot I_1 = 5 \cdot 3 = 15V$$

$$V_{Th} = V_{ab} = V_a - V_b = V_{R_2} + V_1 = 15 + 12 = 27V$$

Exemplo 4:

O circuito da Figura 9 possui uma fonte de tensão de 12 V e uma fonte de corrente de 3 A e os resistores R_1 e R_2 são de 10Ω e 5Ω , respectivamente. Determine o circuito equivalente de Thévenin, considerando todos os componentes no equivalente de Thévenin.

Como todos os componentes fazem parte do equivalente de Thévenin, então para se obter a resistência de Thévenin se terá o circuito da Figura 12.

Assim, a resistência de Thévenin será:

$$R_{Th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 5}{10 + 5} = 3,33\Omega$$

Já a tensão de Thévenin, vista dos terminais “a” e “b” poderá ser obtida fazendo-se a transformação da fonte de tensão em fonte de corrente, conforme mostrado na Figura 13.

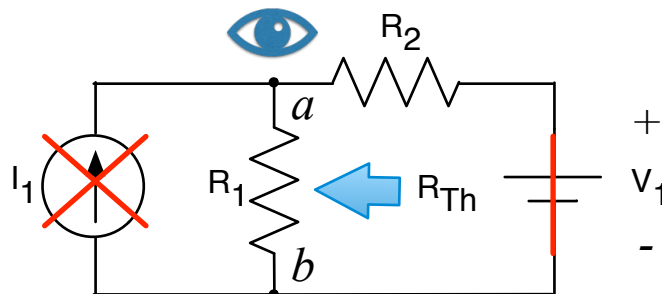


Figura 12 – Circuito com a fonte de corrente aberta (zerada) e a fonte de tensão curto-circuitada (zerada), para obtenção da resistência de Thévenin vista entre os pontos “a” e “b”.

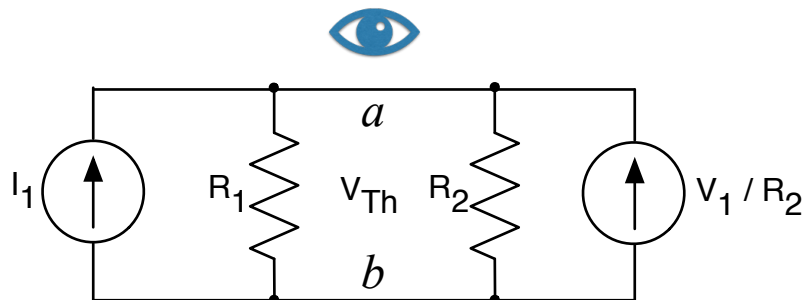


Figura 13 – Circuito com a transformação de fontes para obtenção da tensão de Thévenin.

A tensão de Thévenin poderá ser obtida considerando o ponto “b” como o nó zero e considerando a Lei de Kirchhoff das Correntes no nó “a”, tendo-se então:

$$-I_1 - \frac{V_1}{R_2} + \frac{V_{ab}}{R_1} + \frac{V_{ab}}{R_2} = 0 \rightarrow V_{ab} \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = I_1 + \frac{V_1}{R_2}$$

$$V_{Th} = V_{ab} = \frac{I_1 + \frac{V_1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{3 + \frac{12}{5}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{5}} = 18V$$

4 Teorema de Norton

4.1 Introdução

O Teorema de Norton é o dual em termos de circuitos elétricos do Teorema de Thévenin, isto é, enquanto no Teorema de Thévenin se representa o circuito equivalente por uma fonte de tensão em série com um resistor, no Teorema de Norton se representa o circuito equivalente por uma fonte de corrente em paralelo com um resistor.

4.2 Teorema de Norton

O Teorema de Norton determina que:

- Qualquer circuito de corrente contínua de dois terminais pode ser substituído por um circuito equivalente que consista somente de uma fonte de corrente e de um resistor em paralelo.

Assim, na pode-se notar que o circuito equivalente de Norton, representado pela fonte de corrente (I_N) e pelo resistor paralelo (R_N) tem como saída os terminais “a” e “b” do circuito, nos quais é conectada a carga, representada pelo resistor R_L . Importante destacar que o resistor de carga (R_L) não faz parte do circuito equivalente de Norton. Deste modo, o circuito equivalente de Norton é representado por:

- Fonte de corrente de Norton (I_N) – representa a corrente de curto-circuito, entre os terminais de saída (a e b) do circuito;
- Resistência de Norton (R_N) – representa a resistência total ou equivalente, vista dos terminais de saída (a e b) do circuito, quando as fontes deste circuito forem anuladas.

O objetivo de se utilizar o Teorema de Thévenin para obter um circuito equivalente de Thévenin é simplificar circuitos complexos, representando os mesmos por apenas uma fonte em série com um resistor, como mostrado na Figura 2. Assim, circuitos formados por fontes de tensão, fontes de corrente, resistores, em qualquer número, poderão ser substituídos por circuitos equivalentes, representados por uma fonte de tensão e um resistor em série. Assim, do ponto de vista da carga do circuito, conectada entre os pontos “a” e “b”, a tensão e corrente será a mesma, ou seja, para a carga, não há alteração se o circuito onde a mesma está conectada possui inúmeros componentes e alta complexidade ou se possui apenas uma fonte de tensão em série com um resistor, pois a tensão na carga e sua corrente serão as mesmas para os dois casos.

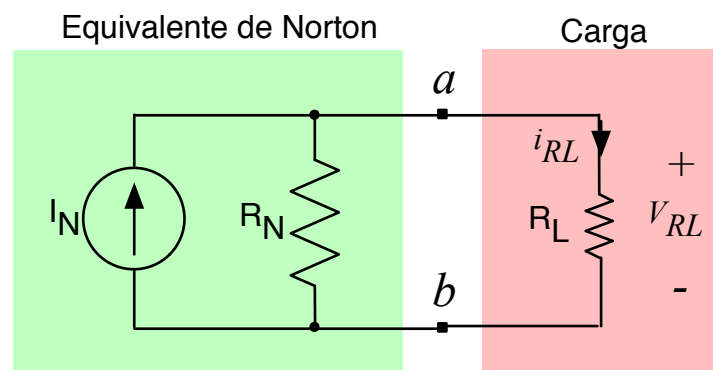


Figura 14 – Circuito equivalente de Norton.

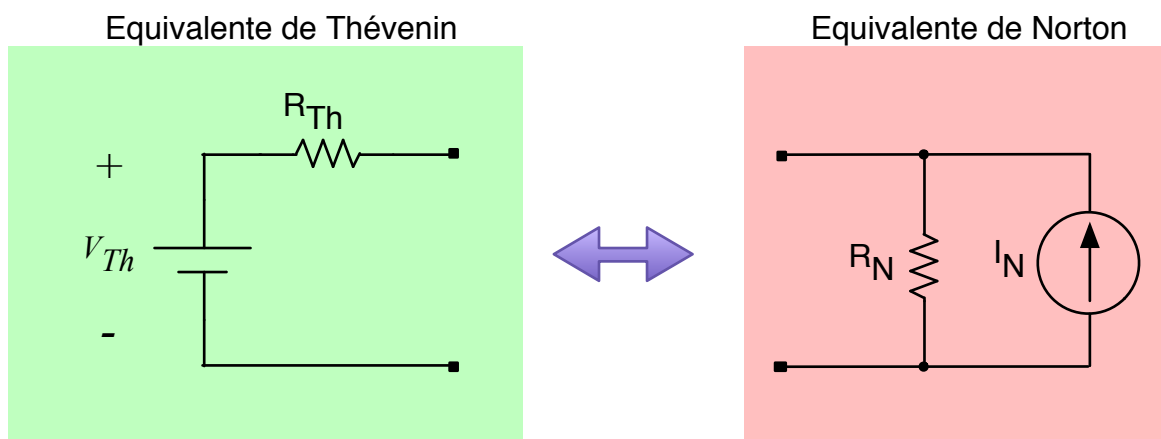


Figura 15 – Equivalência entre o equivalente de Norton e o equivalente de Thévenin.

A equivalência entre o resultado obtido aplicando o Teorema de Thévenin e o resultado obtido aplicando o Teorema de Norton pode ser facilmente demonstrada pela equivalência de fontes de tensão com resistência em série e fonte de corrente com resistência em paralelo, como foi realizado na aula sobre transformação de fontes.

Assim, a transformação do circuito equivalente de Thévenin para o circuito equivalente de Norton será:

$$R_N = R_{Th}$$

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

Por sua vez, a transformação do circuito equivalente de Norton para o circuito equivalente de Thévenin será:

$$R_{Th} = R_N$$

$$V_{Th} = R_N \cdot I_N$$

Os passos para se aplicar o Teorema de Norton, obtendo-se o circuito equivalente de Norton são:

1. Identificar os terminais de interesse, a partir dos quais se deseja obter o circuito equivalente de Norton;
2. Anular as fontes do circuito (curto-circuitando as fontes de tensão e abrindo as fontes de corrente), para obter a resistência de Norton;
3. Calcular a corrente de curto-circuito entre os terminais de interesse do equivalente de Norton;
4. Redesenhar o circuito original pelo equivalente de Norton.

5 Medição dos Elementos do Circuito Equivalente de Thévenin e de Norton

5.1 Introdução

A obtenção dos elementos que compõem o circuito resultante de Thévenin ou de Norton pode ser realizada em laboratório, medindo-se resistências, tensões e correntes.

A seguir, de maneira breve, se apresenta como devem ser medidos os elementos para obtenção dos circuitos equivalentes de Thévenin e de Norton.

5.2 Medição dos Elementos para o Circuito Equivalente de Thévenin

Os elementos do circuito equivalente de Thévenin são obtidos realizando o seguinte

procedimento:

- Tornar nulas todas as fontes do circuito, medindo a resistência resultante nos terminais de interesse, será obtida a resistência de Thévenin;
- Medindo a tensão nos terminais de interesse com as fontes do circuito ligadas, será obtida a tensão de Thévenin.

5.3 Medição dos Elementos para o Circuito Equivalente de Norton

Os elementos do circuito equivalente de Norton são obtidos realizando o seguinte procedimento:

- Tornar nulas todas as fontes do circuito, medindo a resistência resultante nos terminais de interesse, será obtida a resistência de Norton;
- Medindo a corrente de curto-circuito nos terminais de interesse com as fontes do circuito ligadas, será obtida a corrente de Norton.

6 Exercícios

Exercícios Resolvidos

ER 01. Explique o que é o circuito equivalente de Thévenin.

O circuito equivalente de Thévenin é o resultado da aplicação do Teorema de Thévenin, que define que circuitos em corrente contínua podem ser substituídos por equivalentes, representados por uma fonte de tensão em série com uma resistência.

ER 02. Explique o que é o circuito equivalente de Norton.

O circuito equivalente de Norton é o resultado da aplicação do Teorema de Norton, que define que circuitos em corrente contínua podem ser substituídos por equivalentes, representados por uma fonte de corrente em paralelo com uma resistência.

ER 03. Qual a utilidade dos Teoremas de Thévenin e de Norton.

A simplificação de circuitos, convertendo-se circuitos complexos em circuitos simples com dois elementos apenas.

ER 04. Explique como obter a resistência de Thévenin em um circuito qualquer.

A resistência de Thévenin é obtida tornando-se nulas as fontes do circuito, isto é, curto-circuitando

as fontes de tensão e abrindo as fontes de corrente, e medindo-se a resistência resultante entre os pontos de interesse (pontos “a” e “b”).

ER 05. Explique como obter a tensão de Thévenin em um circuito qualquer.

A tensão de Thévenin deve ser calculada com todas as fontes do circuito ligadas (presentes, isto é, não zeradas), obtendo-se a tensão resultante nos terminais de interesse (entre os pontos “a” e “b”).

Exercícios Propostos

EP 01. Explique com suas palavras o que é o Teorema de Thévenin?

EP 02. Explique com suas palavras o que é o Teorema de Norton?

EP 03. Quais elementos do circuito devem ser levados em conta e quais devem ser excluídos para obtenção do circuito equivalente de Thévenin?

EP 04. Explique com suas palavras como fazer a conversão de um circuito equivalente de Thévenin em um circuito equivalente de Norton.

EP 05. Explique como se pode medir em laboratório a tensão de Thévenin em um circuito qualquer.

7 Atividade Avaliativa

7.1 Introdução – O que preciso saber

Ao final deste objetivo de aprendizagem são apresentadas cinco questões, que devem ser respondidas sem consultar o material. Se você conseguir responder as questões e conferir as respostas com o gabarito abaixo, parabéns, você concluiu com êxito este tópico. Caso tenha errado alguma questão, revise o conteúdo relacionado com a mesma e refaça a questão, procurando se concentrar mais desta vez, para acertar a mesma e fixar bem o conteúdo.

AA 01. Considere o circuito da Figura 16, onde $V_1 = 12\text{ V}$, $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$, $R_3 = 20\ \Omega$ e $R_4 = 20\ \Omega$. Determine a resistência de Thévenin do circuito.

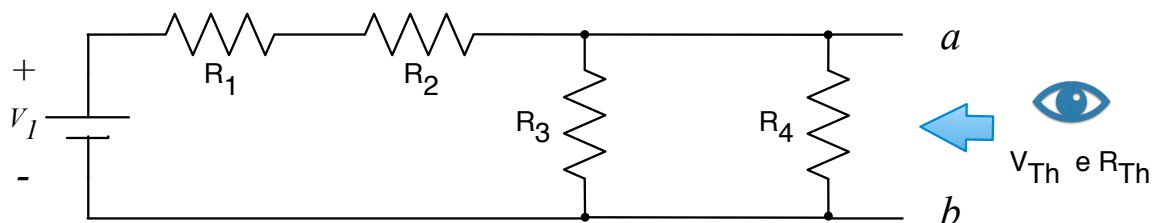


Figura 16 – Circuito para análise.

AA 02. Determine a tensão de Thévenin do circuito da Figura 16.

AA 03. Determine a resistência de Norton do circuito da Figura 16.

AA 04. Determine a corrente de Norton do circuito da Figura 16.

AA 05. Qual seria a resistência de carga a ser conectada no circuito da Figura 16 para se obter a máxima transferência de potência?

AA 05. A resistência de carga deve ser igual a resistência de Thévenin, sendo então de 5Ω .
 mesma pela resistência de Thévenin. Assim: $I_N = V_{Th} / R_{Th} = 6 / 5 = 1,2 \text{ A}$.
 AA 04. A corrente de Norton pode ser obtida a partir da tensão de Thévenin, dividindo-se a
 AA 03. A resistência de Norton é igual a resistência de Thévenin, sendo 5Ω .
 $(5+5+20//20) = 12 \times 10/20 = 6 \text{ V}$.
 AA 02. A tensão de Thévenin será: $V_{Th} = V_1 \times (R_3//R_4) / (R_1+R_2+R_3//R_4) = 12 \times (20//20) /$
 AA 01. A resistência de Thévenin será: $R_{Th} = (R_1+R_2)//R_3//R_4 = (5+5)//20/20 = 5 \Omega$.