



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 -

## FONTES DE CORRENTE E TRANSFORMAÇÃO DE

## FONTES

Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, setembro de 2020.

---

## **FONTES DE CORRENTE E TRANSFORMAÇÃO DE FONTES**

### **Objetivo de Aprendizagem**

Conhecer fontes de corrente e transformação de fontes.

### **Objetivos parciais**

- Conhecer fontes de corrente;
- Realizar cálculos com fontes de corrente;
- Realizar transformação de fontes;
- Resolver exercícios envolvendo fontes de corrente e transformação de fontes.

### **Aulas relacionadas**

Este objetivo de aprendizagem está relacionado com a aula 08 da disciplina.

### **Pré-requisitos**

Ter estudado o objetivo de aprendizagem 07 relacionado a análise de circuitos série-paralelo.

### **Continuidade dos Estudos**

O próximo objetivo de aprendizagem será estudar o teorema da máxima transferência de potência.

### **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 08);
- Ler o capítulo deste conteúdo no livro (capítulo 08).

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 -**  
**FONTES DE CORRENTE E TRANSFORMAÇÃO DE**  
**FONTES**

## 1 Introdução

As aulas anteriores focaram no estudo dos circuitos com elementos em série, em paralelo e em série-paralelo, e também nas Leis de Kirchhoff das Tensões e Correntes. Agora continuaremos estudando fontes de corrente e transformação de fontes.

### 1.1 Conteúdo – O que irei estudar

Estudaremos neste tópico:

- Fontes de corrente;
- Cálculos com fontes de corrente;
- Transformação de fontes;
- Análise de circuitos com transformação de fontes.

### 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 com suas palavras o que é uma fonte de corrente;
- Realizar transformação de fontes.

A atividade avaliativa deste objetivo de aprendizagem consistirá em apresentar ao aluno um circuito formado por elementos interconectados, sendo então realizada a identificação se no circuito há a presença de fontes de corrente e fontes de tensão e se será necessária fazer a transformação de fontes; realizando a seguir o cálculo das correntes e tensões nos elementos do circuito.

Exemplo de atividade avaliativa:

1. Explique o que é uma fonte de corrente;
2. Realize a transformação de uma fonte de tensão em uma fonte de corrente;
3. Realize a transformação de uma fonte de corrente em uma fonte de tensão.

---

## 2 Fontes de Corrente

### 2.1 Introdução

As fontes de corrente são os elementos de circuitos elétricos que, assim como as fontes de tensão, fornecem energia elétrica para o funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos. Assim, pode-se afirmar que todo equipamento possui uma fonte de alimentação, seja em tensão ou em corrente, que pode ser contínua, alternada, fixa ou portátil, dentre outras características destes elementos. A seguir serão apresentados os aspectos mais importantes das fontes de corrente, visando que você conheça e possa utilizar adequadamente este importante elemento de circuitos elétricos.

### 2.2 Fonte de corrente ideal

Uma fonte de corrente é um elemento de circuito que possui a capacidade de disponibilizar em seus terminais um valor bem definido de corrente elétrica, independente da tensão resultante sobre a mesma. Esta é a definição simplificada de uma fonte de corrente ideal, que utilizamos nas análises teóricas de circuitos elétricos e nos simuladores também. Assim, pode-se destacar alguns aspectos principais para uma fonte de corrente elétrica:

- Corrente disponibilizada em seus terminais – a amplitude em ampères da corrente em sua saída;
- Forma da corrente disponibilizada – se a fonte é de corrente contínua, corrente alternada ou permite programar a forma de onda;
- Frequência da corrente disponibilizada – para fontes de corrente alternada se pode definir a frequência do sinal em sua saída;
- Fase da corrente disponibilizada - para fontes de corrente alternada se pode definir a fase do sinal em sua saída.

Existem outras características para as fontes de corrente, que não serão apresentadas aqui, pois para uma fonte de corrente contínua, interessa-nos neste momento definir a amplitude da corrente em sua saída.

Importante lembrar também que toda fonte de corrente possui sentido definido, ou seja, apresenta um terminal onde a corrente sai e outro terminal por onde a corrente entra.

Na Figura 1 mostram-se alguns símbolos de fontes de corrente, onde:

- Corrente contínua – a corrente nos terminais da fonte tem amplitude fixa;

- Corrente alternada – a corrente da fonte varia sinusoidalmente no tempo;
- Corrente triangular – a forma de onda desta fonte de corrente é triangular ou dente-de-serra;
- Corrente pulsada – a fonte fornece um pulso (*step*) de tensão para teste, sincronismo ou disparo de algum circuito;
- Corrente quadrada – fonte de corrente com sinal periódico quadrado.

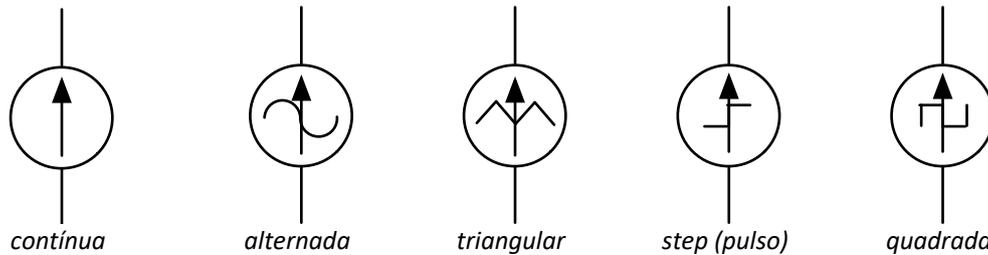


Figura 1 – Símbolos de fontes de corrente.

Note que as fontes de corrente sempre tem o sentido de circulação da corrente bem definido, mesmo sendo fontes em que a corrente varia no tempo. Isso é feito para que se possa fazer a análise do circuito com as tensões e correntes identificadas corretamente nos elementos do circuito.

É importante destacar que em fontes de corrente o sentido da corrente elétrica é considerado saindo pelo terminal positivo, pois a fonte fornece energia ao circuito ligado a ela, como está mostrado na Figura 2. Assim, a potência em uma fonte será:

$$P_F = V_F \cdot (-I_F) = -(V_F \cdot I_F)$$

Assim, a potência terá um valor negativo em watts, significando que a mesma está fornecendo energia ao circuito. Caso na análise do circuito a potência em uma fonte resulte positiva, então esta fonte está funcionando como carga.

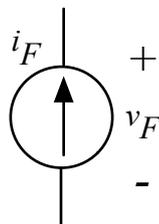
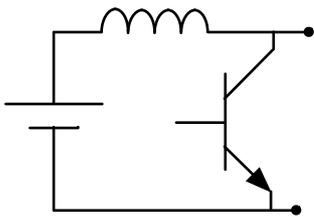


Figura 2 – Polaridade da tensão e sentido da corrente em uma fonte de corrente.

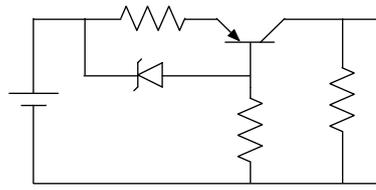
## 2.1 Fontes de corrente reais

As fontes de corrente reais podem ser de diferentes tipos e origens, destacando-se a seguir, que são mostrados na Figura 3:

- Fonte de tensão mais indutor de alto valor;
- Circuitos eletrônicos que operam como fonte de corrente;
- Fontes de bancada;
- Etc.



fonte de tensão + indutor



circuito eletrônico



fonte de bancada

Figura 3 – Exemplos de fontes de corrente reais.

As fontes de corrente reais têm limite de tensão e corrente, isto é, uma fonte de corrente real não pode fornecer qualquer amplitude de corrente e suprir qualquer valor de tensão para o circuito conectado na mesma. Assim, sempre que se utiliza uma fonte de corrente se deve ficar atento aos limites de operação permitidos para as mesmas, para evitar danos e até acidentes.

Além disso, as fontes de corrente reais possuem resistência interna, como mostrado na Figura 4. Note que a resistência interna fica em paralelo com a fonte de corrente ideal, provocando uma divisão da corrente no nó formado pela conexão de  $i_i$ ,  $R_i$  e a corrente de saída  $i_F$ . Assim, a corrente de saída será menor do que a corrente da fonte ideal, pois uma parcela circula internamente; ou seja, a corrente no resistor  $i_{R_i}$ . A tensão resultante nos terminais da fonte dependerá da carga conectada na mesma, pois se terá a associação de  $R_i$  com a resistência equivalente do circuito conectado na mesma.

A Figura 5 mostra a imagem de uma fonte de bancada, típica dos laboratórios de eletrônica, e sua representação gráfica. Esta fonte tem três terminais de conexão, sendo um positivo, outro negativo e um terminal de terra (*gnd* - *ground* ou massa) para aterramento e proteção. Esta fonte da figura também tem ajuste na tensão e na corrente de saída, podendo variar, por exemplo, entre 0 e 30 V, e 0 e 3 A. Assim, esta fonte permite operação no modo tensão e no modo corrente, emulando então uma fonte de corrente real.

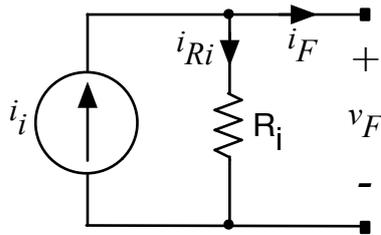


Figura 4 – Fonte de corrente com resistência interna.



Figura 5 – Fonte de tensão/corrente de bancada com ajustes de tensão e corrente.

## 2.1 Análise de circuitos com fontes de corrente

### 2.1.1 Circuito simples com fonte de corrente e resistor

A Figura 6 mostra um circuito simples com fonte de corrente e resistor. A análise deste circuito consiste em aplicar a Lei de Ohm para determinar a tensão resultante sobre o resistor e fonte de corrente, tendo-se então:

$$V_{R1} = V_1$$

$$I_{R1} = I_1$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

Note que a tensão no resistor e na fonte de corrente são iguais, enquanto a corrente a corrente no resistor é a própria corrente da fonte de corrente.

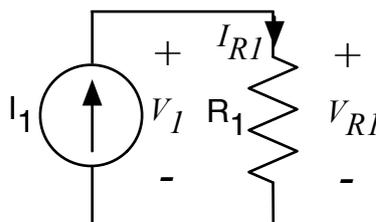


Figura 6 – Circuito simples com fonte de corrente.

## 2.1.2 Exemplo de análise de circuito simples com fonte de corrente

### Exemplo 1:

Considere o circuito da Figura 6, onde se tem uma fonte de corrente de 1 A, conectada em um resistor de  $10 \Omega$ . Determine a tensão sobre o resistor  $R_1$ .

A tensão resultante sobre o resistor e a fonte de corrente será:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 10 \cdot 1 = 10V$$

## 2.1.3 Circuito com fonte de corrente e dois resistores

A Figura 7 mostra um circuito uma fonte de corrente e dois resistores. A análise deste circuito é semelhante ao que foi realizado anteriormente. Sabendo-se que o circuito é paralelo, então a tensão sobre os elementos será a mesma, assim:

$$V_{R1} = V_{R2} = V_1$$

A tensão nos resistores será determinada conhecendo-se a corrente nos mesmos, o que pode ser obtido usando-se a expressão do divisor de corrente, estudado anteriormente no curso, que é:

$$I_{R1} = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{R2} = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Por fim, determina-se a tensão nos resistores:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_{R1}$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_{R2}$$

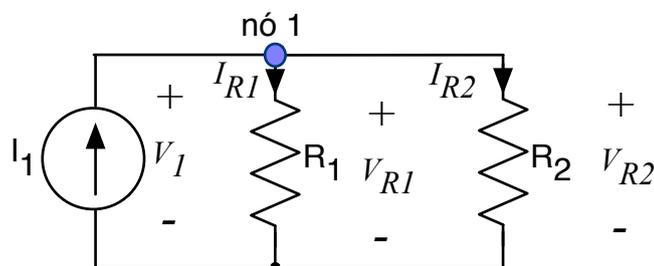


Figura 7 – Circuito com fonte de corrente e dois resistores.

### 2.1.4 Exemplo de análise de circuito com fonte de corrente e dois resistores

#### Exemplo 2:

Considere o circuito da Figura 7, onde se tem uma fonte de corrente de 100 mA, conectada em dois resistores, sendo um deles de 1 kΩ e o outro de 2,2 kΩ. Determine a tensão sobre os resistores e a fonte de corrente.

A corrente nos resistores será:

$$I_{R1} = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100m \cdot \frac{2,2k}{1k + 2,2k} = 68,75mA$$

$$I_{R2} = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 100m \cdot \frac{1k}{1k + 2,2k} = 31,25mA$$

A tensão resultante sobre os resistores e a fonte de corrente será:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_{R1} = 1k \cdot 68,75m = 68,75V$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_{R2} = 2,2k \cdot 31,25m = 68,75V$$

Note que as tensões são iguais, como era de se esperar, pois os componentes estão em paralelo.

Pode-se aplicar a Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) no nó 1 da Figura 7, para verificar se a análise está correta. Assim:

$$+I_1 - I_{R1} - I_{R2} = 0 \rightarrow I_{R1} + I_{R2} = I_1$$

$$68,75mA + 31,25mA = 100mA \rightarrow 100mA = 100mA$$

### 2.1.5 Circuito com três fontes de corrente e resistor

A Figura 8 mostra um circuito com três fontes de corrente e um resistor. A análise deste circuito consiste em aplicar a Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) no nó 1, obtendo-se:

$$+I_1 + I_2 - I_3 - I_{R1} = 0 \rightarrow I_{R1} = I_1 + I_2 - I_3$$

Assim, a tensão no resistor e consequentemente no conjunto, visto todos os elementos estarem em paralelo, será:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

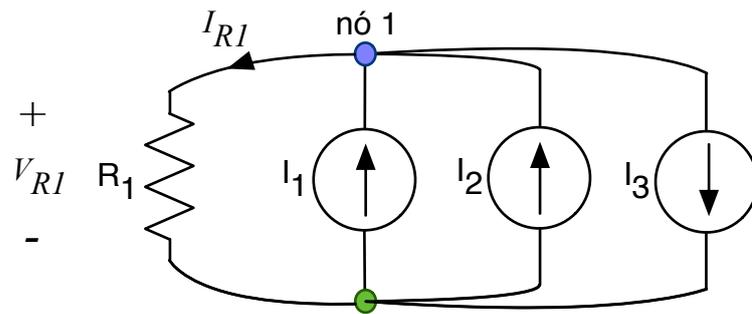


Figura 8 – Circuito com três fontes de corrente e resistor.

### 2.1.6 Exemplo de análise de circuito com três fontes de corrente e resistor

#### Exemplo 3:

Considere o circuito da Figura 8, onde se tem um resistor de  $10 \Omega$ , conectado em três fontes de corrente, que possuem as seguintes correntes:  $I_1 = 1 \text{ A}$ ,  $I_2 = 3 \text{ A}$  e  $I_3 = 2 \text{ A}$ . Determine a tensão sobre o resistor  $R_1$ .

A corrente no resistor será:

$$I_{R1} = I_1 + I_2 - I_3 = 1 + 3 - 2 = 2 \text{ A}$$

A tensão resultante sobre o resistor e a fonte de corrente será:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ V}$$

## 3 Conversão de Fontes

### 3.1 Introdução

As fontes de tensão e as fontes de corrente são consideradas, em termos de circuitos elétricos, duais entre si. Isto significa que uma fonte de corrente pode ser convertida em uma fonte de tensão e vice-versa.

A seguir será apresentado o método para conversão de fontes, isto é, para se converter uma fonte de corrente em uma fonte de tensão equivalente; ou uma fonte de tensão em uma fonte de corrente equivalente.

### 3.2 Fontes reais de tensão e de corrente

As fontes reais de tensão e de corrente tem resistências internas, conforme foi discutido anteriormente no curso e neste capítulo. As Figura 9 e Figura 10 mostram fontes de tensão e de corrente reais, respectivamente.

Os elementos das Figura 9 e Figura 10 são:

- $v_i$  - tensão interna da fonte de tensão;
- $R_s$  – resistência interna da fonte de tensão;
- $i_i$  - corrente interna da fonte de corrente;
- $R_p$  – resistência interna da fonte de corrente;
- $R_L$  – resistência da carga ( $L = load$ );
- $v_f$  - tensão na carga;
- $i_f$  – corrente na carga.

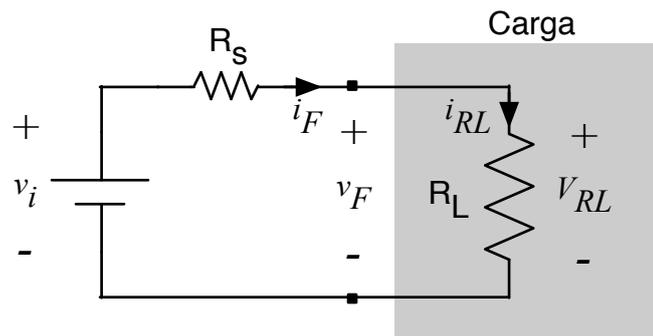


Figura 9 – Fonte de tensão real.

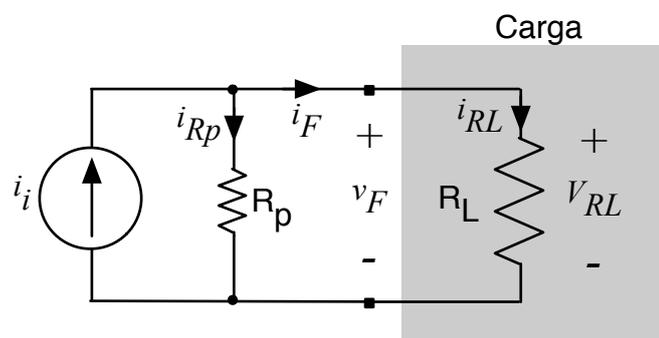


Figura 10 – Fonte de corrente real.

### 3.1 Conversão de fontes

A conversão entre fontes de tensão e corrente considera que do ponto de vista da carga, os valores de corrente e tensão serão os mesmos. Isso significa dizer que nas Figura 9 Figura 10 a tensão  $v_{RL}$  e a corrente  $i_{RL}$  serão as mesmas, seja conectada em uma fonte de tensão ou em uma fonte de corrente, equivalentes entre si. Assim, conforme mostrado na Figura 11, as tensões nos terminais das fontes de tensão ou corrente, e a corrente fluindo para a carga, em ambas as fontes, devem ser iguais.

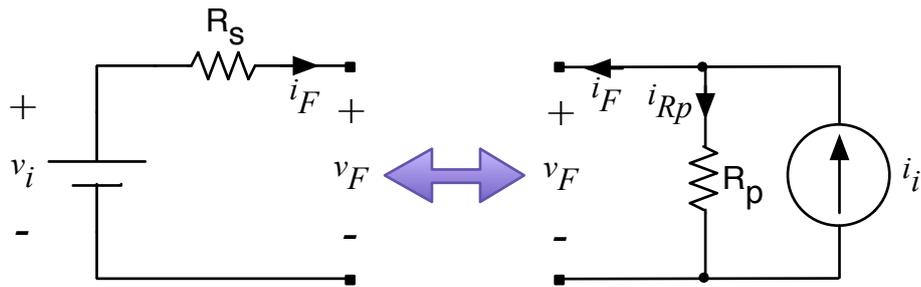


Figura 11 – Conversão entre fontes de tensão e corrente.

A partir da Figura 11, calculando-se a tensão de saída ( $v_F$ ) do circuito com fonte de tensão, se terá:

$$v_F = v_i - R_s \cdot i_F$$

Note que esta expressão pode ser obtida aplicando-se a Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) ao circuito com fonte de tensão.

Agora calculando-se a tensão de saída ( $v_F$ ), no circuito da Figura 11, para o circuito com fonte de corrente, se tem:

$$v_F = R_p \cdot (i_i - i_F) = R_p \cdot i_i - R_p \cdot i_F$$

Note que esta expressão pode ser obtida aplicando-se a Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) ao circuito com fonte de corrente.

Como a tensão de saída de ambos os circuitos deve ser igual, então:

$$v_F = v_F \rightarrow v_i - R_s \cdot i_F = R_p \cdot i_i - R_p \cdot i_F$$

Considerando que as resistências  $R_s$  e  $R_p$  sejam iguais a  $R$ :

$$R_s = R_p = R$$

$$v_i - R \cdot i_F = R \cdot i_i - R \cdot i_F$$

$$v_i = R \cdot i_i$$

Assim, a equivalência ou conversão, entre fontes de corrente e tensão pode ser assim expressa:

$$R_s = R_p$$

$$i_i = \frac{v_i}{R_s}$$

$$v_i = R_p \cdot i_i$$

A conversão entre fontes é útil na análise de circuitos para fins de simplificação de circuitos, durante as etapas para obter as correntes e tensões em circuitos com diversos elementos, dentre eles fontes de corrente e tensão.

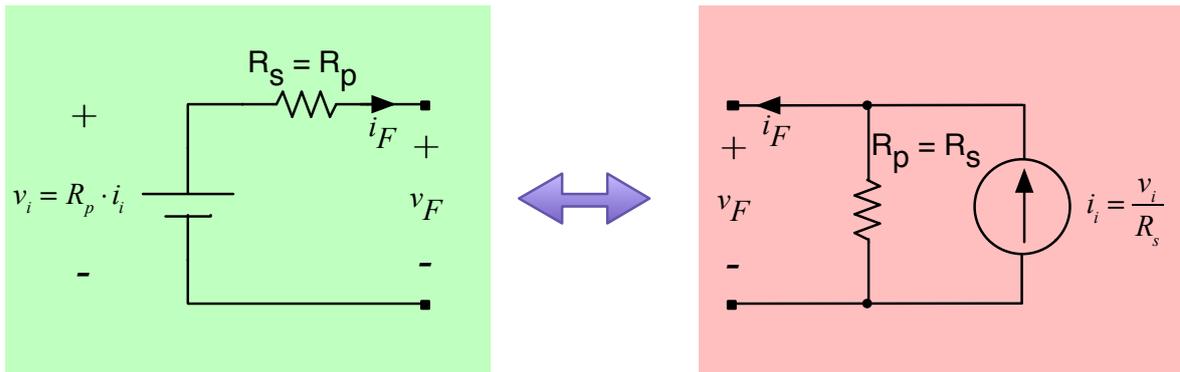


Figura 12 – Equivalência entre fonte de tensão e fonte de corrente.

### 3.1.1 Exemplos de conversão de fontes

#### Exemplo 4:

Considere o circuito da Figura 9, onde se tem uma fonte de tensão real, com tensão interna de 12 V e resistência interna de 2  $\Omega$ . Determine o circuito equivalente com fonte de corrente.

A resistência interna da fonte de corrente será:

$$R_p = R_s = 2\Omega$$

A corrente da fonte de corrente será:

$$i_i = \frac{v_i}{R_s} = \frac{12}{2} = 6A$$

#### Exemplo 5:

Considere o circuito da Figura 10, onde se tem uma fonte de corrente real, com corrente interna de 5 A e resistência interna de 2  $\Omega$ . Determine o circuito equivalente com fonte de tensão.

A resistência interna da fonte de tensão será:

$$R_s = R_p = 2\Omega$$

A tensão da fonte de tensão será:

$$v_i = R_p \cdot i_i = 2 \cdot 5 = 10V$$

### Exemplo 6:

Considere o circuito da Figura 13, onde se tem um circuito mais complexo, com fontes de corrente e de tensão. Os valores dos elementos do circuito são:  $I_1 = 3\text{ A}$ ,  $V_1 = 10\text{ V}$ ,  $R_1 = 15\ \Omega$  e  $R_2 = 10\ \Omega$ . Determine a tensão denominada de  $V_x$ .

Note que determinar a tensão  $V_x$  é o mesmo que determinar a tensão no resistor  $R_1$ . No entanto, com o conteúdo estudado até então não seria possível realizar este cálculo, pois o circuito é misto, mas com fontes de tensão e de corrente. Assim, não é possível encontrar uma resistência total, fazendo-se associação de resistores, como foi feito nos circuitos série, paralelo e série-paralelo, pois naqueles circuitos tínhamos apenas resistores. Aqui podemos utilizar transformação de fontes para simplificar o circuito e buscar a solução com as ferramentas de análise de circuito que possuímos até aqui.

Observando o circuito, pode-se perceber que a fonte de corrente  $I_1$  e o resistor  $R_1$  poderiam ser convertidos em uma fonte de tensão com um resistor em série, conforme mostrado na Figura 14.

Por outro lado, observando a fonte de tensão  $V_1$  e o resistor  $R_2$ , nota-se que este conjunto poderia ser convertido em um circuito equivalente com fonte de corrente e resistor em paralelo, conforme mostrado na Figura 14.

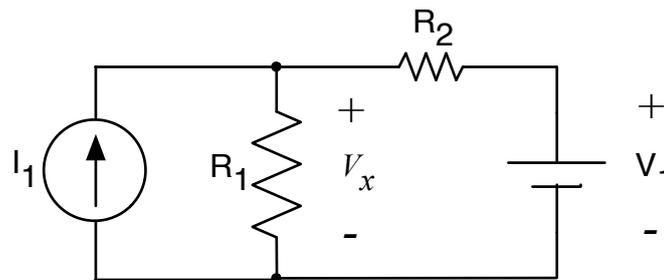


Figura 13 – Circuito para análise.

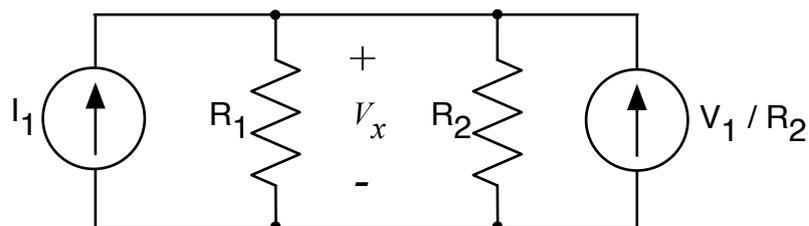


Figura 14 – Circuito equivalente apenas com fontes de corrente.

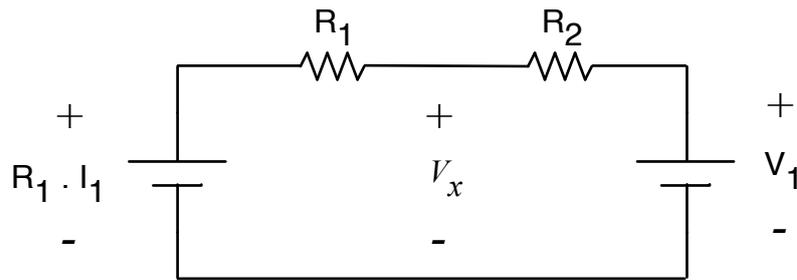


Figura 15 – Circuito equivalente apenas com fontes de tensão.

Afim de demonstrar as diferenças na análise dos dois circuitos equivalentes, faremos a resolução considerando ambas as transformações; devendo-se obter o mesmo resultado. Nos dois casos pode-se seguir diferentes passos para obter a solução do circuito, dependendo das escolhas do analista.

A partir do circuito da Figura 14, nota-se que os resistores  $R_1$  e  $R_2$  estão em paralelo, então a resistência total será:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{15 \cdot 10}{15 + 10} = 6\Omega$$

A Figura 15 mostra o circuito simplificado, a partir do cálculo anterior. Pode-se aplicar a Lei de Kirchhoff das Correntes no nó 1, obtendo-se:

$$+I_1 + (V_1 / R_2) - I_{R1//R2} = 0 \rightarrow I_{R1//R2} = I_1 + (V_1 / R_2) = 3 + \frac{10}{10} = 4A$$

Assim, a tensão  $V_x$  será dada por:

$$V_x = (R_1 // R_2) \cdot i_{R1//R2} = 6 \cdot 4 = 24V$$

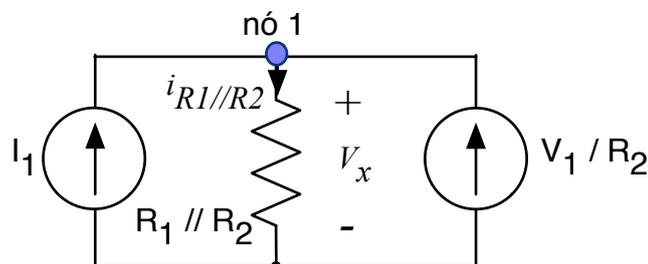


Figura 16 – Circuito simplificado com fontes de corrente.

A partir do circuito da Figura 15, nota-se que se o mesmo for simplificado fazendo-se a associação dos resistores, a tensão  $V_x$  não estará mais disponível no circuito. Assim, precisaremos analisar o circuito atentando para os pontos onde está a tensão  $V_x$ , visando calcular a mesma

posteriormente.

A Figura 17 mostra o circuito da Figura 15 com a identificação das grandezas e da corrente total do circuito. Escrevendo-se as tensões sobre os elementos quando da aplicação da Lei de Kirchhoff das Tensões a partir do ponto 0 no sentido horário, se tem:

$$-(R_1 \cdot I_1) + V_{R1} + V_{R2} + V_1 = 0$$

$$V_{R1} + V_{R2} = (R_1 \cdot I_1) - V_1 = (15 \cdot 3) - 10 = 35$$

Mas as tensões nos resistores são:

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_T = 15 \cdot I_T$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_T = 10 \cdot I_T$$

Assim:

$$V_{R1} + V_{R2} = 35 \rightarrow 15 \cdot I_T + 10 \cdot I_T = 35 \rightarrow 25 \cdot I_T = 35$$

$$I_T = 1,4A$$

Por sua vez, aplicando novamente a Lei de Kirchhoff das Tensões apenas na malha interna (fictícia) do circuito, se tem:

$$-V_x + V_{R2} + V_1 = 0 \rightarrow V_x = V_{R2} + V_1$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_T = 10 \cdot I_T = 10 \cdot 1,4 = 14V$$

$$V_x = V_{R2} + V_1 = 14 + 10 = 24V$$

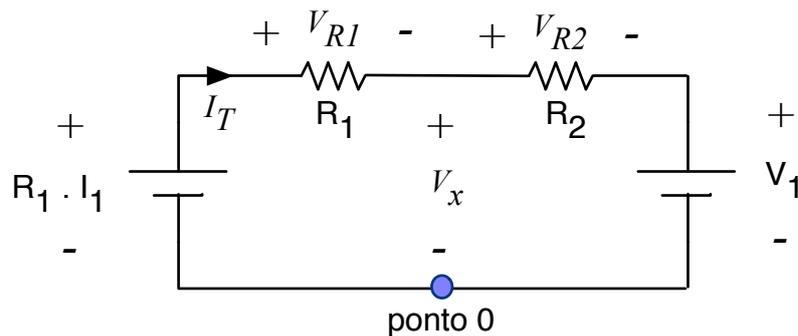


Figura 17 – Circuito com identificação das grandezas e fontes de tensão.

Observe que em ambas as análises se chegou no mesmo resultado, mas no caso do circuito com fontes de tensão, a solução envolveu mais expressões e cálculos do que na análise do circuito equivalente com fontes de corrente apenas.

## 4 Exercícios

### Exercícios Resolvidos

**ER 01.** Explique o que é uma fonte de corrente ideal?

Uma fonte de corrente ideal é um elemento de circuitos elétricos com a capacidade de disponibilizar uma corrente fixa em seus terminais, independente da tensão resultante sobre a mesma.

**ER 02.** Quais as diferenças entre uma fonte de corrente real de uma fonte de corrente ideal.

Uma fonte real tem limites de operação, tanto em termos de tensão máxima e corrente que pode fornecer ao circuito. As fontes reais também possuem resistência interna que provoca desvios de corrente ou quedas de tensão, conforme o caso.

**ER 03.** O que significa fazer a conversão de fontes em termos de circuitos elétricos?

Transformação de fontes significa converter uma fonte de tensão em uma fonte de corrente equivalente ou vice-versa.

**ER 04.** Uma fonte de tensão tem amplitude de 5 V e resistência interna de 1  $\Omega$ . Qual a fonte de corrente equivalente?

A resistência da fonte de corrente será igual a resistência da fonte de tensão, ou seja, 1  $\Omega$ . Já a corrente será:

$$i_i = \frac{v_i}{R_s} = \frac{5}{1} = 5A$$

**ER 05.** Uma fonte de corrente tem amplitude de 5 A e resistência interna de 2  $\Omega$ . Qual a fonte de tensão equivalente?

A resistência da fonte de tensão será igual a resistência da fonte de corrente, ou seja, 2  $\Omega$ . Já a tensão será:

$$v_i = R_p \cdot i_i = 2 \cdot 5 = 10V$$

### Exercícios Propostos

**EP 01.** Explique com suas palavras o que é uma fonte de corrente.

**EP 02.** Explique com suas palavras o que significa conversão de fontes.

**EP 03.** Uma fonte de tensão tem amplitude de 12 V e resistência interna de  $1 \Omega$ . Qual a fonte de corrente equivalente?

**EP 04.** Uma fonte de corrente tem amplitude de 1 A e resistência interna de  $5 \Omega$ . Qual a fonte de tensão equivalente?

**EP 05.** Uma fonte de tensão tem amplitude de 12 V e resistência interna de  $2 \Omega$ . A fonte de corrente equivalente teria resistência de  $2 \Omega$  e corrente de 6 A. Está correta esta conversão?

## 5 Atividade Avaliativa

### 5.1 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.** Qual a diferença entre uma fonte de corrente ideal de uma fonte de corrente real?

**AA 02.** Qual a finalidade de se fazer conversões entre fontes de tensão e fontes de corrente?

**AA 03.** Uma fonte de tensão tem amplitude de 12 V e resistência interna de  $6 \Omega$ . Qual a fonte de corrente equivalente?

**AA 04.** Uma fonte de corrente tem amplitude de 10 A e resistência interna de  $2 \Omega$ . Qual a fonte de tensão equivalente?

**AA 05.** Uma fonte de tensão tem amplitude de 10 V e resistência interna de  $5 \Omega$ . A fonte de corrente equivalente teria resistência de  $5 \Omega$  e corrente de 2 A. Está correta esta conversão?

AA 01. Uma fonte de corrente ideal irá fornecer uma corrente fixa, independente da carga conectada na mesma. Já uma fonte de corrente real terá limites de operação, tanto em termos de corrente como de tensão. Também, devido a resistência interna, na medida que a carga variar, a corrente fornecida pela fonte poderá variar também.

AA 02. A finalidade de se fazer conversão de fontes é simplificar os circuitos, visando sua análise, ou seja, determinar as correntes e tensões nos elementos do circuito.

AA 03. A resistência da fonte de corrente será de  $6 \Omega$  e sua corrente será de  $12 / 6 = 2 \text{ A}$ .

AA 04. A resistência da fonte de tensão será de  $2 \Omega$  e sua tensão será de  $2 \times 10 = 20 \text{ V}$ .

AA 05. Sim, a conversão está correta, pois a resistência das duas fontes é igual e a conversão da tensão para corrente resulta em  $10 / 5 = 2 \text{ A}$ , que é justamente a corrente da fonte de corrente.