

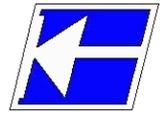
INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

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 - CIRCUITO PARALELO

Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, agosto de 2020.

---

## **CIRCUITO PARALELO**

### **Objetivo de Aprendizagem**

Analisar circuito paralelo de resistores.

### **Objetivos parciais**

- Conhecer o circuito paralelo;
- Calcular a resistência total de circuitos em paralelo;
- Analisar circuitos paralelos de resistores;
- Resolver exercícios envolvendo circuitos paralelo de resistores.

### **Aulas relacionadas**

Este objetivo de aprendizagem está relacionado com a aula 06 da disciplina.

### **Pré-requisitos**

Ter estudado o objetivo de aprendizagem 06 relacionado a análise de circuitos em série e Lei de Kirchhoff das Tensões.

### **Continuidade dos Estudos**

O próximo objetivo de aprendizagem será estudar a Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC).

### **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 06);
- Ler o capítulo deste conteúdo no livro (capítulo 06).

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 - CIRCUITO PARALELO

## 1 Introdução

As aulas anteriores focaram no estudo dos circuitos com elementos em série, especificamente resistores e fontes de tensão. Agora continuaremos o estudo de circuitos onde ocorrem conexões em série e/ou em paralelo, resultando em mais componentes interconectados. Estudaremos neste tópico os circuitos com resistores em paralelo.

### 1.1 Conteúdo – O que irei estudar

Estudaremos neste tópico:

- Circuito paralelo de resistores;
- Cálculo da resistência total.

### 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:

- Identificar um circuito em paralelo de resistores;
- Calcular a resistência total de um circuito em paralelo.

A atividade avaliativa deste objetivo de aprendizagem consistirá em apresentar ao aluno um circuito formado por resistores interconectados, sendo que deve ser feita a identificação do circuito, ou seja, verificar se o mesmo é um circuito em paralelo, e em seguida calcular a resistência total do circuito.

Exemplo de atividade avaliativa:

1. Identifique se o exemplo a seguir é um circuito paralelo de resistores.
2. Calcule a resistência total do circuito paralelo de resistores.

## 2 Circuito Paralelo de Resistores

### 2.1 Introdução

Um circuito com resistores em paralelo tem a característica de que os terminais dos componentes são conectados no mesmo ponto, isto é, todos os terminais de entrada dos resistores são conectados juntos em determinado ponto do circuito, enquanto os terminais de saída dos

mesmos também são conectados juntos, mas em outro ponto do circuito. Assim, a tensão elétrica será a mesma em todos os elementos. A associação paralela pode ser de fontes de tensão, fontes de corrente, resistores, indutores, capacitores ou outros elementos de circuitos.

A seguir apresentaremos o esquemático de circuitos em paralelo de resistores e também exemplos de partes de circuitos que possuem conexão em paralelo.

## 2.2 Circuito paralelo de resistores

Um circuito em paralelo de resistores pode conter dois ou mais elementos, sendo que sempre a entrada de um componente estará conectada junto a entrada do próximo componente. Os resistores não possuem polaridade, ou seja, não tem entrada e saída, sendo assim um conectado junto ao outro, sem necessidade de se verificar se o mesmo está invertido ou não. Por outro lado, para a análise de circuitos, por exemplo para aplicar a Lei de Ohm, deve-se atribuir uma polaridade para a tensão sobre o resistor e um sentido para a corrente no mesmo, conforme estudado anteriormente neste curso.

As características de um circuito em paralelo são:

- O terminal de um componente está conectado a um ou mais terminais de outros componentes, com a formação de nós onde a corrente se divide;
- A tensão em todos os elementos é igual.

A Figura 1 mostra um circuito elétrico básico, formado por um resistor conectado em uma fonte de tensão e pelo qual circula uma corrente elétrica. Este circuito pode ser interpretado como um circuito série, entre a fonte e o resistor, pois a corrente em todos os componentes é a mesma e não há a presença de nós (pontos de divisão de corrente) no circuito. Por outro lado, também pode ser interpretado como um circuito em paralelo, visto que a tensão nos dois elementos é a mesma.

Por sua vez, no circuito da Figura 2 é mostrado um circuito misto, isto é, série-paralelo, com resistores e fontes de tensão. Destaca-se que este circuito tem dois nós, que são pontos de conexão de três ou mais elementos de circuitos, e onde a corrente se divide. Ainda é importante observar no Figura 2 que há partes do circuito onde os elementos estão em série, que são:

- $V_1$  e  $R_1$  – ramo 1, onde estão em série a fonte de tensão 1 e o resistor  $R_1$ ;
- $V_2$  e  $R_3$  – ramo 2, onde estão em série a fonte de tensão 2 e o resistor  $R_2$ .

Ainda pelo circuito da Figura 2, pode-se identificar partes do circuito que estão em paralelo, que são:

- $V_1$  e  $R_1$  – ramo 1, onde estão em série a fonte de tensão 1 e o resistor  $R_1$ ; está em

paralelo com o resistor  $R_2$  e com o ramo 2;

- $R_2$  – o resistor  $R_2$  está em paralelo com os ramos 1 e 2 do circuito;
- $V_2$  e  $R_3$  – ramo 2, onde estão em série a fonte de tensão 2 e o resistor  $R_2$ ; que por sua vez estão em paralelo com o ramo 1 e o resistor  $R_2$ .

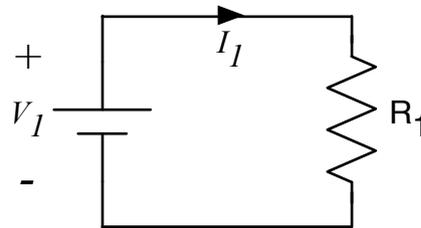


Figura 1 – Circuito elétrico básico.

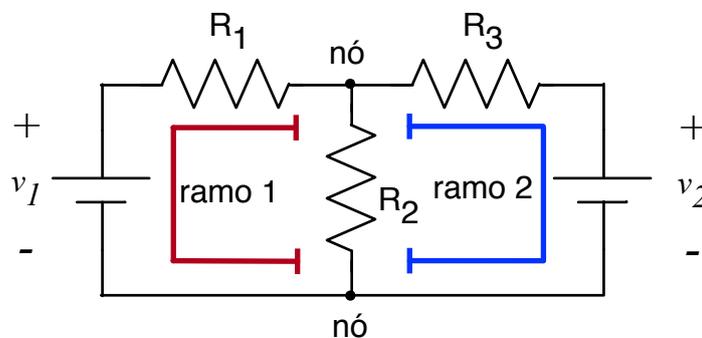


Figura 2 – Circuito misto com resistores e fontes de tensão.

## 2.3 Circuito paralelo com dois resistores

O circuito com dois resistores é mostrado na Figura 3 onde se tem  $R_1$  e  $R_2$ . Note que o terminal de  $R_1$  está conectado junto ao terminal de  $R_2$  e ambos estão conectados no terminal positivo da fonte de alimentação  $V_1$ .

Para mostrar as características do circuito em paralelo pode-se observar a Figura 4 onde se tem dois resistores conectados em uma fonte de alimentação. Note a presença de um nó, onde ocorre a divisão da corrente do circuito. Observe também que a tensão será a mesma em todos os pontos do circuito.

Na próxima aula estudaremos a análise de circuito, onde será constatado que:

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

$$I_1 = I_{R1} + I_{R2}$$

Por enquanto, considere as expressões anteriores como ilustrativas das características de um circuito paralelo.

A resistência total ou equivalente de um circuito com dois resistores em paralelo será dada por:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

A expressão para obter a resistência total de um circuito paralelo com dois resistores pode ser alterada para:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

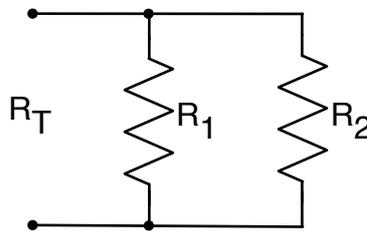


Figura 3 – Circuito paralelo com dois resistores.

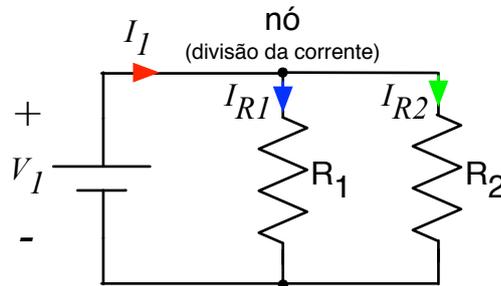


Figura 4 – Circuito paralelo com dois resistores mostrando a presença de um nó e a divisão da corrente.

### 2.3.1 Cálculo da resistência total em circuito com dois resistores

#### Exemplo 1:

Determine a resistência equivalente de um circuito paralelo com um resistor de 100  $\Omega$  e outro resistor de 220  $\Omega$ .

A resistência total será:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow R_T = \frac{100 \cdot 220}{100 + 220} = 68,75\Omega$$

**Exemplo 2:**

Determine a resistência equivalente de um circuito paralelo com um resistor de 1 kΩ e outro resistor de 3,3 kΩ.

A resistência total será:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow R_T = \frac{1k \cdot 3,3k}{1k + 3,3k} = 0,77k\Omega$$

**Exemplo 3:**

A resistência total de um circuito em paralelo com dois resistores é de 1000 Ω, sendo que um dos resistores tem resistência de 2200 Ω. Qual a resistência do outro resistor?

A resistência total é dada por:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Assim:

$$R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_1}} = \frac{1}{\frac{1}{1000} - \frac{1}{2200}} = 1833,33\Omega$$

## 2.4 Circuito paralelo com três resistores

O circuito com três resistores em paralelo é mostrado na Figura 5 onde se tem  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

A resistência total ou equivalente de um circuito com três resistores em paralelo será dada por:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

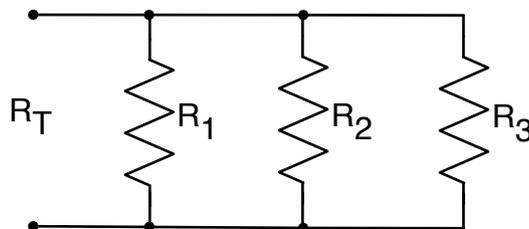


Figura 5 – Circuito paralelo com três resistores.

**Exemplo 4:**

Determine a resistência equivalente de um circuito paralelo formado por três resistores

com resistências  $10 \Omega$ ,  $22 \Omega$  e  $33 \Omega$ .

A resistência total será:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \rightarrow R_T = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{22} + \frac{1}{33}} = 5,69 \Omega$$

### Exemplo 5:

Determine a resistência equivalente de um circuito paralelo formado por três resistores com resistências  $10 \Omega$ ,  $100 \Omega$  e  $10000 \Omega$ .

A resistência total será:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \rightarrow R_T = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{10000}} = 9,08 \Omega$$

Note que como um dos resistores tem resistência muito inferior aos demais, este sobressai no valor resultante. Assim, no circuito em paralelo, será predominante aquela resistência que for muito mais baixa que as demais, podendo-se fazer a seguinte aproximação:

$$R_T \cong R_1 \rightarrow R_T \cong 10 \Omega$$

## 2.5 Circuito paralelo com quatro resistores

O circuito com quatro resistores é mostrado na Figura 6 onde se tem  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$ .

A resistência total ou equivalente de um circuito com três resistores em paralelo será dada por:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

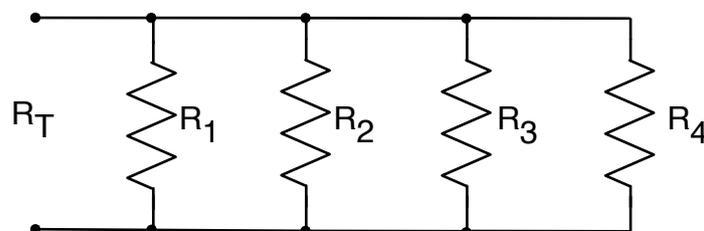


Figura 6 – Circuito paralelo com quatro resistores.

**Exemplo 6:**

Determine a resistência equivalente de um circuito paralelo formado por quatro resistores com resistências 1 kΩ, 2,2 kΩ, 3,3 kΩ e 2,2 kΩ.

A resistência total será:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \rightarrow R_T = \frac{1}{\frac{1}{1k} + \frac{1}{2,2k} + \frac{1}{3,3k} + \frac{1}{2,2k}} = 0,45k\Omega$$

## 2.6 Circuito paralelo com n resistores

O circuito com mais que dois resistores pode ser generalizado, conforme mostrado na Figura 7, onde se tem  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_n$ , onde n representa qualquer número inteiro acima de quatro.

A resistência total ou equivalente de um circuito com n resistores em paralelo será dada por:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

**Exemplo 7:**

Um circuito paralelo é formado por seis resistores de 1 kΩ. Qual a resistência total?

A resistência total será:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R = 1k\Omega$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{1}{\frac{6}{R}} = \frac{R}{6}$$

$$R_T = \frac{R}{6} = \frac{1k}{6} = 0,17k\Omega$$

**Exemplo 8:**

Quantos resistores de 10 kΩ devem ser ligados em paralelo para se obter uma resistência equivalente de 1 kΩ.

Neste caso, como os resistores são iguais, do mesmo modo que no exemplo 7, se tem:

$$R_T = \frac{R}{n} \rightarrow n = \frac{R}{R_T} = \frac{10k}{1k} = 10$$

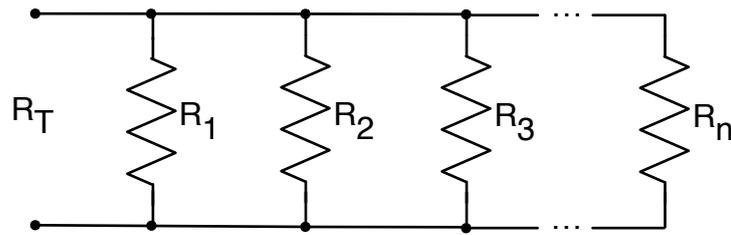


Figura 7 – Circuito série com n resistores.

### 3 Exercícios

#### Exercícios Resolvidos

**ER 01.** Explique o que é um circuito em paralelo de resistores?

No circuito em paralelo de resistores, o terminal de um resistor será conectado junto ao terminal do outro resistor, formando um nó, ou seja, um ponto onde a corrente se divide.

**ER 02.** Um resistor de  $5 \Omega$  é ligado em paralelo com outro resistor de  $5 \Omega$ . Qual a resistência do conjunto?

Neste caso, como se tem dois resistores de  $5 \Omega$ , a resistência total será  $5 / 2 = 2,5 \Omega$ .

**ER 03.** Um resistor de  $22 \Omega$  está ligado em paralelo com outro resistor de  $33 \Omega$  e estes estão conectados novamente em paralelo com outro resistor de  $47 \Omega$ . Qual a resistência total?

A resistência total será  $1 / (1/22 + 1/33 + 1/47) = 10,3 \Omega$ .

**ER 04.** Um resistor de  $10 \Omega$  está ligado em paralelo com outro resistor de  $10 \text{ k}\Omega$ . Qual a resistência do resistor?

Neste caso, como o resistor de  $10 \Omega$  tem resistência muito inferior a  $10 \text{ k}\Omega$ , então pode-se aproximar a resistência total pelo valor do menor resistor, isto é, a resistência total será de aproximadamente  $10 \Omega$ .

**ER 05.** A resistência total de uma associação de resistores deve ser de  $5 \text{ k}\Omega$ . Quantos resistores de  $100 \text{ k}\Omega$  devem ser ligados em paralelo?

Para obter  $5 \text{ k}\Omega$  deve-se ligar  $100\text{k}/5\text{k} = 20$  resistores de  $100 \text{ k}\Omega$  em paralelo.

#### Exercícios Propostos

**EP 01.** Explique com suas palavras o que é um circuito em paralelo de componentes eletrônicos.

**EP 02.** Um resistor de  $15 \Omega$  está conectado em paralelo com outro resistor de  $15 \Omega$ . Qual a resistência do conjunto?

**EP 03.** Um resistor de  $33 \Omega$  está conectado em paralelo com outro resistor de  $33 \Omega$  e estes em paralelo com um resistor de  $22 \Omega$ . Qual a resistência total do circuito?

**EP 04.** Cinco resistores de  $1 \text{ k}\Omega$  são ligados em paralelo. Qual a resistência total do conjunto?

**EP 05.** Quantos resistores de  $10 \text{ k}\Omega$  são necessários para se obter uma resistência total de  $1 \text{ k}\Omega$ ?

## 4 Atividade Avaliativa

### 4.1 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.** Um determinado circuito de resistores tem um ponto de conexão (nó) onde foram conectados juntamente quatro resistores. Este circuito pode ser denominado de circuito paralelo de resistores?

**AA 02.** Um resistor de  $100 \Omega$  foi conectado em paralelo com outro resistor de  $100 \Omega$ . Qual a resistência total do conjunto?

**AA 03.** Um resistor de  $330 \Omega$  está conectado em paralelo com um resistor de  $220 \text{ k}\Omega$ . Qual a resistência equivalente?

**AA 04.** Ligando-se cinco resistores de  $1 \text{ k}\Omega$  em paralelo, qual será a resistência equivalente?

**AA 05.** Quantos resistores de  $22 \text{ k}\Omega$  são necessários para se obter uma resistência de  $1,1 \text{ k}\Omega$ ?

AA 01. Como o circuito tem um nó onde foram conectados vários resistores, ocorre a divisão da corrente neste ponto. Assim, o circuito é um circuito paralelo de resistores.

AA 02. A resistência total será  $100 / 2 = 50 \Omega$ .

AA 03. Neste caso, como  $330 \Omega$  é muito menor do que  $220 \text{ k}\Omega$ , então a resistência total pode ser aproximada por  $330 \Omega$ .

AA 04. Cinco resistores em paralelo de  $1 \text{ k}\Omega$  resultam em  $1\text{k} / 5 = 0,2 \Omega = 200 \Omega$ .

AA 05. Serão necessários  $22\text{k} / 1,1\text{k} = 20$  resistores.