

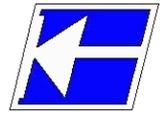
INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA

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 TENSÃO E RESISTORES**

---

## **FONTES DE TENSÃO E RESISTORES**

### **Objetivo de Aprendizagem**

Conhecer fontes de tensão elétrica e resistores.

### **Objetivos parciais**

- Conhecer fontes de tensão;
- Conhecer resistores;
- Conhecer os tipos de resistores;
- Resolver exercícios envolvendo fontes de tensão e resistores.

### **Aulas relacionadas**

Este objetivo de aprendizagem está relacionado com as aulas 02 e 03 da disciplina.

### **Pré-requisitos**

Ter estudado o objetivo de aprendizagem 01 relacionado as grandezas elétricas.

### **Continuidade dos Estudos**

O próximo objetivo de aprendizagem será aplicar a Lei de Ohm.

### **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 (apresentações 02 e 03);
- Ler os capítulos deste conteúdo no livro (capítulos 02 e 03).

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 TENSÃO E RESISTORES**

## 1 Introdução

As aulas anteriores focaram no estudo das principais grandezas elétricas, suas unidades de medidas e como fazer a medição destas grandezas com o uso de multímetros. Agora nosso objetivo será estudarmos as fontes de tensão e os componentes eletrônicos chamados de resistores.

### 1.1 Conteúdo – O que irei estudar

Estudaremos neste tópico:

- Fontes de tensão;
- Resistência;
- Tipos de resistores.

### 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 tensão;
- Explicar o que são resistores;
- Conhecer os principais tipos de resistores.

A atividade avaliativa deste objetivo de aprendizagem consistirá em perguntar ao estudante o que são fontes de tensão e o que são resistores e seus principais tipos.

Exemplo de atividade avaliativa:

1. Explique o que é uma fonte de tensão.
2. Qual a diferença entre uma fonte de tensão ideal de uma fonte real?
3. O que são resistores?
4. Quais fatores influenciam a resistência dos elementos?
5. Cite alguns tipos de resistores.

---

## 2 Fontes de Tensão

### 2.1 Introdução

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

### 2.2 Fonte de tensão ideal

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

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

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

Importante lembrar também que toda fonte de tensão possui polaridade definida, ou seja, apresenta um terminal (pólo positivo) positivo e outro terminal (pólo negativo) negativo.

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

- Tensão contínua – a tensão nos terminais da fonte tem amplitude fixa;
- Tensão alternada – a tensão da fonte varia sinusoidalmente no tempo;

- Tensão triangular – a forma de onda desta fonte de tensão é triangular ou dente-de-serra;
- Tensão pulsada – a fonte fornece um pulso (*step*) de tensão para teste, sincronismo ou disparo de algum circuito;
- Tensão quadrada – fonte de tensão com sinal periódico quadrado, usado, por exemplo, para sincronismo de circuitos digitais, como sinal de *clock* (relógio).

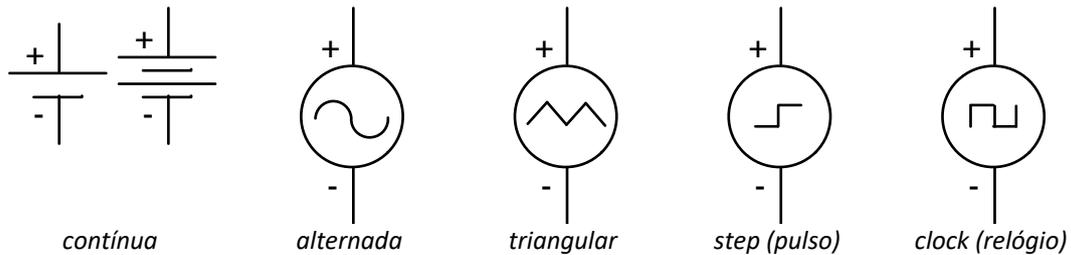


Figura 1 – Símbolos de fontes de tensão.

Note que as fontes de tensão sempre tem sua polaridade identificada, mesmo sendo fontes em que a tensão 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 tensão 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, isto é, se for uma bateria, estará sendo carregada pela energia fornecida por outra fonte neste circuito.

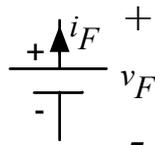


Figura 2 – Polaridade da tensão e sentido da corrente em uma fonte de tensão.

## 2.1 Fontes de tensão reais

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

- Baterias;
- Geradores de corrente contínua;
- Fontes de bancada;
- Módulos fotovoltaicos;
- Etc.



*bateria*

*pilhas*

*fonte de bancada*

*módulo fotovoltaico*

*Figura 3 – Exemplos de fontes de tensão reais.*

As fontes de tensão reais têm limite de tensão e corrente, isto é, uma fonte de tensão real não pode fornecer qualquer amplitude de tensão e suprir qualquer valor de corrente para o circuito conectado na mesma. Assim, sempre que se utiliza uma fonte de tensão se deve ficar atento aos limites de operação permitidos para as mesmas, para evitar danos e até acidentes, pois algumas tecnologias de baterias, por exemplo, podem explodir caso operem fora das condições seguras.

Além disso, as fontes de tensão reais possuem resistência interna, como mostrado na Figura 4. Esta resistência é baixa, mas varia conforme o tempo de uso de uma bateria, por exemplo, aumentando até se tornar tão alta que a tensão de saída da fonte se torna muito pequena em relação ao seu valor nominal.

Note que a resistência interna fica em série com os terminais de saída, provocando uma queda de tensão quando há corrente circulando pela fonte. Deste modo, a tensão nos terminais da fonte ( $v_F$ ) será menor do que a tensão interna ( $v_i$ ). Sem carga conectada na bateria, ou seja, com o circuito em aberto, não há corrente circulando e não haverá queda de tensão na resistência interna ( $R_i$ ); assim, a tensão nos terminais será igual a tensão interna. Quando se conecta uma carga, ocorre a circulação de corrente e a queda de tensão em  $R_i$ , fazendo com que a tensão nos terminais caia

instantaneamente. Este efeito pode ser observado com o multímetro, em uma bateria de carro, por exemplo, quando se dá a partida do motor.

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 de saída, podendo variar, por exemplo, entre 0 e 30 V. Além disso, esta fonte permite o ajuste da corrente máxima fornecida em sua saída. Na fonte da imagem, o ajuste de corrente permite varia a mesma entre 0 e 3 A.

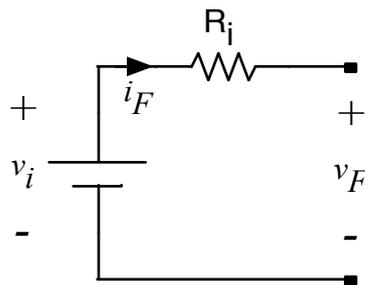


Figura 4 – Fonte de tensão com resistência interna.



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

## 3 Resistores

### 3.1 Introdução

Os resistores são elementos de circuitos muito utilizados em eletrônica, sendo que praticamente todos os equipamentos eletroeletrônicos os usam com diversas finalidades. No capítulo anterior estudamos resistência, sua unidade de medida e medição com o multímetro. Neste tópico, estudaremos aspectos dos componentes resistores e seus principais tipos.

### 3.2 Resistência

Anteriormente vimos que a resistência elétrica é a oposição dos materiais à passagem da corrente elétrica, ou mais precisamente, ao movimento de cargas elétricas.

A unidade de medida de resistência é o Ohm ( $\Omega$ ), sendo comum o uso de múltiplos como o kilohm ( $k\Omega$ ) e o megaohm ( $M\Omega$ ) e submúltiplos como o miliohm ( $m\Omega$ ) e microhm ( $\mu\Omega$ ).

O elemento de circuito que utilizamos especificamente para inserir resistência nos circuitos é o resistor, tendo seu símbolo mostrado na Figura 6.

Na Figura 6 mostra-se a polaridade da tensão sobre o resistor e o sentido da corrente, que são importantes para analisar corretamente o circuito no qual este componente esteja inserido.

Vale lembrar que a resistência dos materiais depende dos seguintes fatores:

- Material;
- Comprimento;
- Área do corte transversal;
- Temperatura do material.

A expressão que permite obter a resistência de um material é:

$$R = \rho \frac{l}{A} [\text{ohm}, \Omega]$$

onde:

- $\rho$  é a resistividade do material em  $\Omega$  com temperatura em  $20^\circ$ ;
- $l$  é o comprimento do material em metros;
- $A$  é a área do material em  $m^2$ .

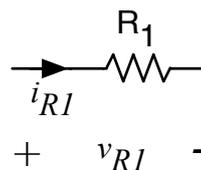


Figura 6 - Símbolo do resistor e identificação da polaridade da tensão e sentido da corrente.

### 3.1 Potência dos resistores

Os resistores, pelo fato de apresentarem resistência à passagem da corrente elétrica, dissipam energia elétrica na forma de calor, fenômeno conhecido como Efeito Joule. Assim, estes componentes aquecem e podem ser danificados, caso a temperatura atinja valores muito altos. Deste modo, os resistores tem uma potência máxima de operação. A Figura 7 mostra exemplos de resistores com diferentes tamanhos e potências. Note que neste caso, quanto maior o resistor maior será sua potência.

A potência de um resistor é calculada por:

$$P = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

A título de exemplo, considere que os resistores da Figura 7 sejam de  $10 \Omega$ . A corrente que poderá circular por cada um deles será dada por:

$$I_{1/4W} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1/4}{10}} = \sqrt{\frac{0,25}{10}} = 0,16 A$$

$$I_{1/2W} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1/2}{10}} = \sqrt{\frac{0,5}{10}} = 0,22 A$$

$$I_{1W} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1}{10}} = 0,32 A$$

$$I_{3W} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{3}{10}} = 0,55 A$$

$$I_{5W} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5}{10}} = 0,71 A$$

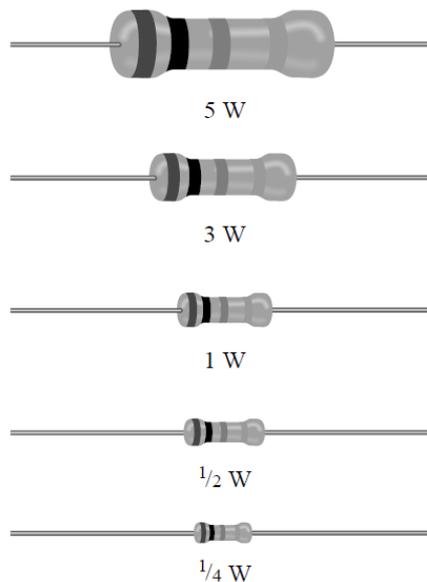


Figura 7 – Resistores com diferentes potências.

### 3.2 Tipos de resistores

Os resistores podem ser fixos ou variáveis. A Figura 8 mostra exemplos de resistores fixos e variáveis. Os resistores ajustáveis (variáveis) podem ser utilizados com diferentes finalidades em circuitos eletrônicos, por exemplo: controle de luminosidade, controle de volume, controle de temperatura, ajuste de tensão de saída de uma fonte, etc.

O resistor ajustável possui três terminais, sendo que:

- a – terminal de resistência fixa (inicial ou final);
- b – terminal de resistência ajustável;
- c - terminal de resistência fixa (inicial ou final).

Assim, a resistência entre os terminais “a” e “c” ( $R_{ac}$ ) será fixa e terá o valor máximo de resistência do componente. Já a resistência entre os terminais “a” e “b” ( $R_{ab}$ ) e “b” e “c” ( $R_{bc}$ ) será variável, conforme a posição de ajuste do terminal central (b). Importante notar que:

$$R_{ac} = \text{fixo} = R_T$$

$$R_{ab} + R_{bc} = R_{ac} = R_T.$$

Como exemplo, suponha um potenciômetro de  $100\text{ k}\Omega$ , ajustado para a posição de 20%, tomando o terminal “a” como referência. Assim, se teria:

$$R_{ac} = \text{fixo} = R_T = 100\text{ k}\Omega$$

$$R_{ab} = 20\% \text{ de } R_T = 0,2 \cdot 100\text{ k} = 20\text{ k}\Omega$$

$$R_{bc} = R_T - R_{ab} = 100\text{ k} - 20\text{ k} = 80\text{ k}\Omega$$

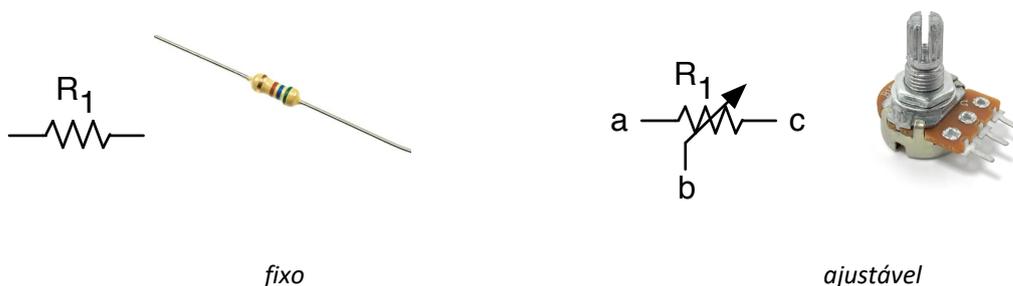


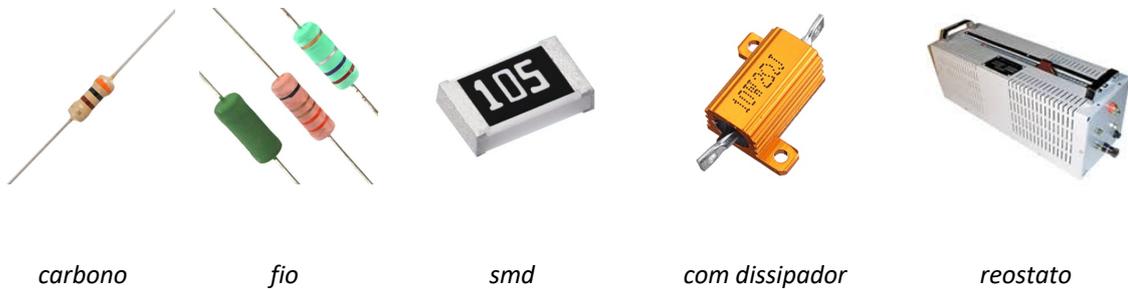
Figura 8 – Resistores fixos e ajustáveis.

A Figura 9 mostra diferentes tipos de resistores, conforme sua tecnologia de construção e forma construtiva. Por sua vez, a Figura 10 apresenta resistores com características específicas, que variam sua resistência de acordo com alguma grandeza física. Assim, se tem:

- termistores – resistores que variam a resistência com a variação da temperatura. Podem ter coeficiente positivo de variação da resistência com a temperatura, chamados de PTC; neste caso, quando se aumenta a temperatura aumenta a resistência; ou podem ter coeficiente negativo de variação da resistência com a temperatura, chamados de NTC; quando se aumenta a temperatura, sua resistência diminui;
- resistores dependentes da luz (LDR) – sua resistência varia conforme o nível de

luminosidade que incide sobre os mesmos;

- varistores – sua resistência varia abruptamente quando a tensão sobre o mesmo atinge um determinado valor.



carbono

fio

smd

com dissipador

reostato

Figura 9 – Exemplos de diferentes tipos de resistores.



termistores

varistores

células fotocondutoras

Figura 10 – Resistores com diversas finalidades.

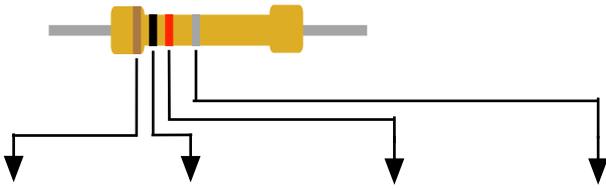
### 3.1 Código de cores para resistores

Os resistores de pequenas dimensões são identificados por um código de cores, por meio de faixas pintadas no corpo dos mesmos. Este código permite identificar a resistência do componente e sua tolerância, isto é, o quanto a resistência irá variar para mais ou para menos em virtude do processo de fabricação do componente.

A Figura 11 mostra a tabela de cores para resistores que possuem quatro faixas pintadas em seu corpo. Cada faixa representa um valor, conforme a tabela, iniciando-se pela faixa mais próxima da lateral externa do componente. Assim, o resistor da Figura 11 tem as seguintes características:

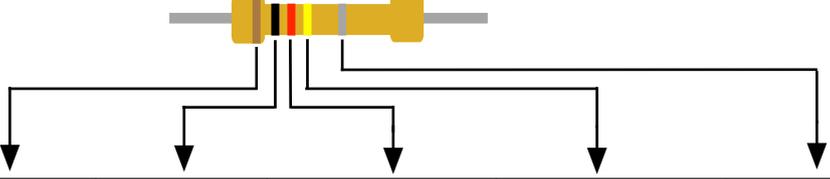
- 1ª faixa (valor) – marrom, corresponde a 1;
- 2ª faixa (valor) – preto, corresponde a 0;
- 3ª faixa (multiplicador) – vermelho, corresponde a 2 (x 100 Ω);
- 4ª faixa (tolerância) – prateado, corresponde a 10%.

O valor da resistência será de  $10 \times 100 \Omega = 1000 \Omega$  com 10% de tolerância, isto é,  $1 \text{ k}\Omega \times 10\%$ .



Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	x 1 $\Omega$	
Marrom	1	1	x 10 $\Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	x 100 $\Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	x 1k $\Omega$	
Amarelo	4	4	x 10k $\Omega$	
Verde	5	5	x 100k $\Omega$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	6	x 1M $\Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	x 10M $\Omega$	$\pm 0,1\%$
Cinza	8	8		$\pm 0,05\%$
Branco	9	9		
Dourado			x 0,1 $\Omega$	$\pm 5\%$
Prateado			x 0,01 $\Omega$	$\pm 10\%$

Figura 11 – Código de cores para resistores com quatro faixas.



Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x 1 $\Omega$	
Marrom	1	1	1	x 10 $\Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	2	x 100 $\Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	3	x 1k $\Omega$	
Amarelo	4	4	4	x 10k $\Omega$	
Verde	5	5	5	x 100k $\Omega$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	6	6	x 1M $\Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	7	x 10M $\Omega$	$\pm 0,1\%$
Cinza	8	8	8		$\pm 0,05\%$
Branco	9	9	9		
Dourado				x 0,1 $\Omega$	$\pm 5\%$
Prateado				x 0,01 $\Omega$	$\pm 10\%$

Figura 12 – Código de cores para resistores com cinco faixas.

Por sua vez, a Figura 12 mostra a tabela de cores para resistores que possuem cinco faixas pintadas em seu corpo. Cada faixa representa um valor, conforme a tabela, iniciando-se pela faixa mais próxima da lateral externa do componente. Neste caso se tem um algarismo a mais para representar a resistência, permitindo abranger uma faixa mais ampla de valores e identificar resistores de precisão.

Assim, o resistor da Figura 12 tem as seguintes características:

- 1ª faixa (valor) – marrom, corresponde a 1;
- 2ª faixa (valor) – preto, corresponde a 0;
- 3ª faixa (valor) – vermelho, corresponde a 2;
- 3ª faixa (multiplicador) – amarelo, corresponde a 4 ( $\times 10^4 \Omega$ );
- 5ª faixa (tolerância) – prateado, corresponde a 10%.

O valor da resistência será de  $102 \times 10^4 \Omega = 1.020.000 \Omega$  com 10% de tolerância, isto é,  $1,02 \text{ M}\Omega \times 10\%$ .

Um jeito simples de identificar as cores é sempre utilizar o valor da cor e no caso de o multiplicador adicionar a quantidade de zeros conforme o valor correspondente. Por exemplo, desconsiderando a tolerância, um resistor com as cores vermelho, preto, laranja seria: 20 com 3 zeros, isto é,  $20000 \Omega = 20 \text{ k}\Omega$ .

## 4 Exercícios

### Exercícios Resolvidos

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

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

**ER 02.** Quais as diferenças entre uma fonte de tensão real de uma fonte de tensão 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 quedas de tensão em virtude da corrente fornecida pela mesma.

**ER 03.** Qual a razão para se escolher um resistor com potência adequada?

Os resistores dissipam energia na forma de calor, pois resistem à passagem das cargas elétricas. Esta resistência é fisicamente o choque entre elétrons do material, o que produz calor. Assim, a

potência do resistor especifica o limite de aquecimento do mesmo sem danos.

**ER 04.** O que são termistores?

Termistores são resistores que variam sua resistência conforme a variação da temperatura.

**ER 05.** O que são potenciômetros?

Potenciômetros são resistores ajustáveis, utilizados para controle de volume, de luminosidade, etc.

---

## Exercícios Propostos

---

**EP 01.** Cite três exemplos de fontes de tensão?

**EP 02.** Uma fonte que está fornecendo energia ao circuito terá potência positiva ou negativa?

**EP 03.** De que depende a resistência de um material?

**EP 04.** O que é um LDR?

**EP 05.** Um resistor em as seguintes faixas de cores pintadas em seu corpo: laranja, vermelho, laranja e dourado. Qual sua resistência e tolerância?

---

## 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.** Explique o que é uma fonte de tensão contínua.

**AA 02.** As fontes de bancada são fontes ideais ou reais? Justifique sua resposta.

**AA 03.** Cite três exemplos de resistores, de acordo com suas características construtivas?

**AA 04.** Explique o que são varistores?

**AA 05** Um resistor em as seguintes faixas de cores pintadas em seu corpo: marrom, preto, laranja e dourado. Qual sua resistência e tolerância?

- AA 01. Uma fonte de tensão contínua disponibiliza uma tensão fixa em seus terminais, isto é, uma tensão que permanece constante ao longo do tempo.
- AA 02. As fontes de bancada são reais, tendo limites de tensão e corrente de operação. Elementos práticos (não teóricos) sempre terão limites de funcionamento e não-idealidades, como sua resistência interna.
- AA 03. Resistores de filme de carbono, de fio e smd (resistores para montagem em superfície).
- AA 04. Varistores são resistores que alteram sua resistência com a variação da tensão sobre eles.
- AA 05. Marrom = 1, preto = 0, laranja = 3 e dourado = 5%; então a resistência será:  $10\text{ k}\Omega \times 5\%$ .