



Curso Técnico em Eletrotécnica

Eletricidade em Regime de Corrente Contínua

6-RESISTORES

Sumário

Introdução	6
Resistores	7
Características dos resistores	7
Resistência ôhmica	7
Percentual de tolerância	8
Simbologia	9
Tipos de resistores	10
Resistor de filme de carbono (baixa potência)	10
Resistores de carvão (média potência)	11
Resistores de fio (média - alta potência)	12
Código de cores para resistores	13
Interpretação do código	13
Resistores de 1Ω a 10Ω	15
Resistores abaixo de 1Ω	16
Resistores de 5 anéis	16
Apêndice	18
Questionário	18
Bibliografia	18

Introdução

Os resistores são os componentes mais utilizados na maioria dos circuitos eletrônicos. Dificilmente se encontrará um equipamento eletrônico que não utilize resistores.

Este fascículo, que tratará dos resistores e código de cores, foi elaborado para capacitá-lo a identificar características elétricas e construtivas dos resistores, bem como interpretar valores de resistência expressos por código de cores.

Estude-o atentamente, pois as informações apresentadas serão utilizadas no dia a dia do aprendizado de eletrônica básica.



Para ter sucesso no desenvolvimento do conteúdo deste fascículo, o leitor já deverá ter conhecimentos relativos a:

- Corrente e resistência elétrica.

Resistores

Os resistores são componentes utilizados nos circuitos com a finalidade de limitar a corrente elétrica. A **Fig.1** mostra alguns resistores.

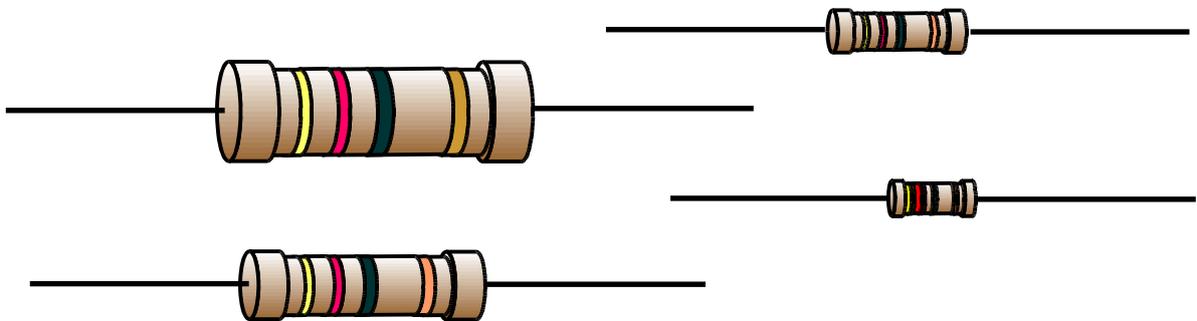


Fig.1 Resistores.

Pelo controle da corrente é possível reduzir ou dividir tensões.

CARACTERÍSTICAS DOS RESISTORES

Os resistores possuem características elétricas importantes. São elas:

- Resistência ôhmica.
- Percentual de tolerância.

RESISTÊNCIA ÔHMICA

É o valor específico de resistência do componente. Os resistores são fabricados em valores padronizados, estabelecidos por norma. Por exemplo: 120Ω , 560Ω , 1500Ω .

PERCENTUAL DE TOLERÂNCIA

Os resistores estão sujeitos a diferenças no seu valor que decorrem do processo de fabricação. Essas diferenças se situam em 5 faixas de percentual:

20% de tolerância
10% de tolerância
5% de tolerância
2% de tolerância
1% de tolerância

Os resistores com 20%, 10% e 5% de tolerância são considerados resistores comuns e os de 2% e 1% são resistores de precisão. Os resistores de precisão são usados apenas em circuitos onde os valores de resistência são críticos. O percentual de tolerância indica qual a variação de valor que o componente pode apresentar em relação ao valor padronizado. A diferença no valor pode ser para mais ou para menos do valor correto.

A **Tabela 1** apresenta alguns valores de resistores com o percentual de tolerância e os limites entre os quais deve situar-se o valor real do componente.

Tabela 1 Valor real de alguns resistores.

Valor nominal	Tolerância (%)	Valor real		
1.000Ω	10%	-10%	Min.	$1.000 \times 0,9 = 900$
		+10%	Max.	$1.000 \times 1,1 = 1.100$
560Ω	5%	-5%	Min.	$560 \times 0,95 = 532$
		+5%	Max.	$560 \times 1,05 = 588$
120Ω	1%	-1%	Min.	$120 \times 0,99 = 118,8$
		+1%	Max.	$120 \times 1,01 = 121,2$

A **Tabela 2** apresenta a padronização de valores para fabricação de resistores em tolerância de 5%.

Tabela 2 Série de valores E-24.

10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

ELETROELETRÔNICA

Encontram-se ainda resistores com os valores da **Tabela 2** multiplicados por 0,1 (por exemplo $1,1\Omega$), 10 (por exemplo 180Ω), 100 (por exemplo 2.700Ω), 1.000 (por exemplo $36k\Omega$), 10.000 (por exemplo $560k\Omega$) e 100.000 (por exemplo $9,1M\Omega$). Deste modo, os valores padronizados acrescidos das tolerâncias permitem que se obtenha qualquer valor de resistência desejada.

A **Tabela 3** mostra, por exemplo, os valores de resistores que podem ser encontrados quando se tomam apenas 3 valores consecutivos e alternados da **Tabela 2** (10, 12 e 15):

Tabela 3 Valores possíveis de resistores não padronizados.

Valor nominal	Tolerância	Valores possíveis
100Ω	10%	90Ω a 110Ω
120Ω	10%	108Ω a 132Ω
150Ω	10%	135Ω a 165Ω

SIMBOLOGIA

A **Fig.2** mostra os símbolos utilizados para representação dos resistores, sendo um deles o símbolo oficial que deve ser utilizado no Brasil, segundo a norma ABNT.

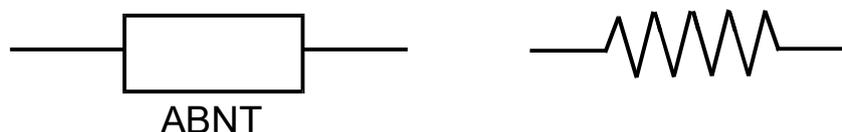


Fig.2 Símbolos utilizados para representar um resistor.

Nos diagramas, o valor do resistor aparece ao lado do símbolo ou no seu interior, como mostrado na **Fig.3**.

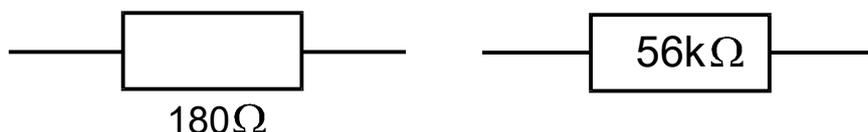


Fig.3 Indicação do valor do resistor.

TIPOS DE RESISTORES

Existem três tipos de resistores quanto à constituição:

- Resistores de filme de carbono.
- Resistores de carvão.
- Resistores de fio.

Cada um dos tipos tem, de acordo com sua constituição, características que o tornam mais adequados que os outros tipos em sua classe de aplicação. A seguir, são apresentados os processos básicos de fabricação e a aplicação do componente.

RESISTOR DE FILME DE CARBONO (BAIXA POTÊNCIA)

O resistor de filme de carbono, também conhecido como resistor de película, é constituído por um corpo cilíndrico de cerâmica que serve de base para a fabricação do componente, conforme ilustrado na **Fig.4**.



Fig.4 Cilindro de cerâmica usado na confecção de resistores de película.

Sobre o corpo é depositada uma fina camada em espiral de material resistivo (filme de carbono) que determina o valor ôhmico do resistor, como mostrado na **Fig.5**.

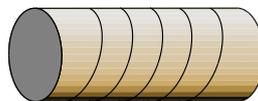


Fig.5 Filme de carbono em espiral.

Os terminais (lides de conexão) são colocados nas extremidades do corpo em contato com a camada de carbono.

ELETROELETRÔNICA

Os terminais possibilitam a ligação do elemento ao circuito, conforme ilustrado na **Fig.6**.

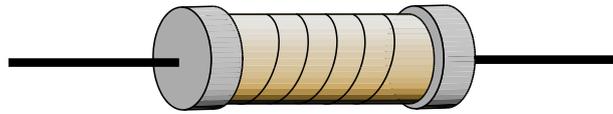


Fig.6 Fixação dos terminais do resistor.

O corpo do resistor pronto recebe um revestimento que dá acabamento na fabricação e isola o filme de carbono da ação da umidade.

A **Fig.7** mostra um resistor pronto, em corte, aparecendo a conexão dos terminais e o filme resistivo.

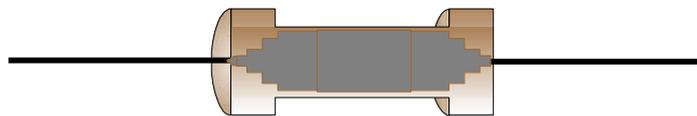


Fig.7 Representação de um resistor em corte.

As características fundamentais do resistor de filme de carbono são a precisão e a estabilidade do valor resistivo.

RESISTORES DE CARVÃO (MÉDIA POTÊNCIA)

O resistor de carvão é constituído por um corpo cilíndrico de porcelana. No interior da porcelana são comprimidas partículas de carvão que definem a resistência do componente, como mostrado na **Fig.8**.

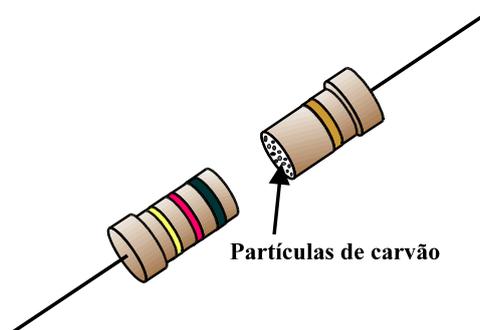


Fig.8 Resistor de carvão.

Com maior concentração de partículas de carvão, o valor resistivo do componente é reduzido. Apresentam tamanho físico reduzido e os valores de dissipação e resistência não são precisos. Podem ser usados em qualquer tipo de circuito.

RESISTORES DE FIO (MÉDIA - ALTA POTÊNCIA)

Constitui-se de um corpo de porcelana ou cerâmica que serve como base. Sobre o corpo é enrolado um fio especial (por exemplo, níquel-cromo) cujo comprimento e seção determinam o valor do resistor.

A **Fig.9** apresenta um resistor de fio em corte. Nela aparecem os terminais, o fio enrolado e a camada externa de proteção do resistor.

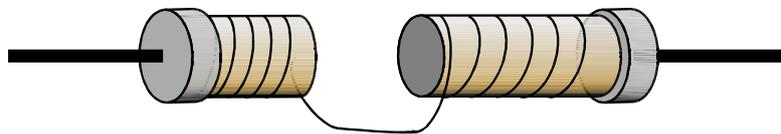


Fig.9 Resistor de fio.

O resistor de fio tem capacidade para trabalhar com maior valor de corrente. Este tipo de resistor produz normalmente uma grande quantidade de calor quando em funcionamento.

Para facilitar o resfriamento dos resistores que dissipam grandes quantidades de calor, o corpo de porcelana maciço é substituído por um tubo de porcelana, como pode ser visto na **Fig.10**.

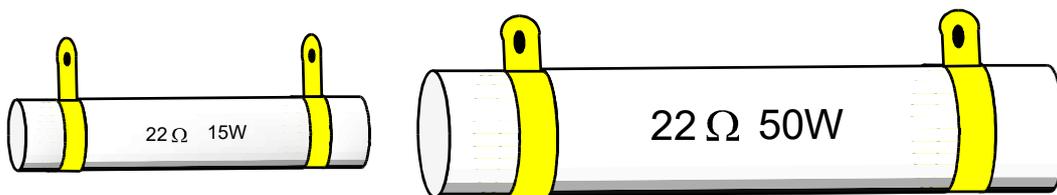


Fig.10 Resistores que dissipam muito calor.

Resistores que dissipam grande quantidade de calor são construídos sobre um tubo oco de porcelana para facilitar o resfriamento.

Código de cores para resistores

O valor ôhmico dos resistores e sua tolerância são impressos no corpo do componente através de anéis coloridos, conforme ilustrado na **Fig.11**.

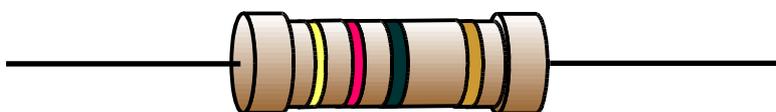


Fig.11 Anéis coloridos que indicam o valor ôhmico do resistor.

A disposição das cores em forma de anéis possibilita que o valor do componente possa ser lido de qualquer posição.

INTERPRETAÇÃO DO CÓDIGO

O código se compõe de três cores usadas para representar o valor ôhmico, e uma para representar o percentual de tolerância. Para a interpretação correta dos valores de resistência e tolerância do resistor, os anéis têm que ser lidos em uma seqüência correta.

O primeiro anel colorido a ser lido é aquele que está mais próximo da extremidade do componente. Seguem na ordem o 2.º, o 3.º e o 4.º anéis coloridos, conforme mostrado na **Fig.12**.

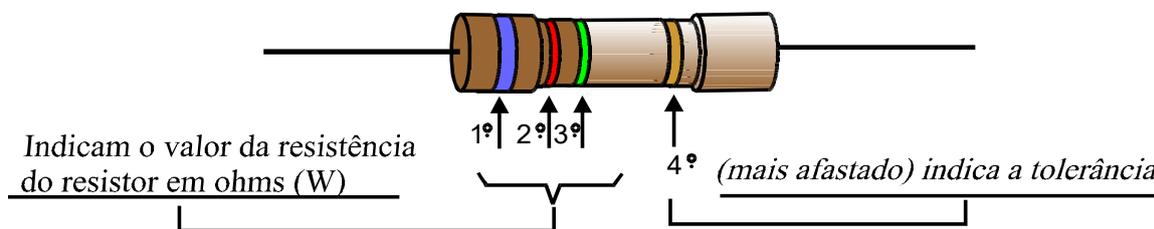


Fig.12 Posição e significado dos anéis coloridos.

Os três primeiros anéis coloridos (1.º, 2.º e 3.º) representam o valor do resistor. O 4.º anel representa o percentual de tolerância.

O primeiro anel colorido representa o primeiro número que formará o valor do resistor, como ilustrado na **Fig.13**.

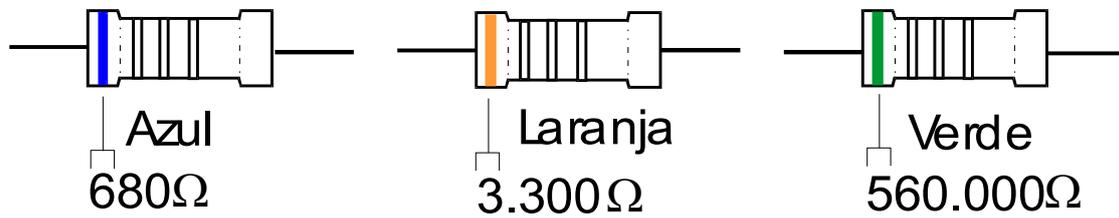


Fig.13 Primeiro anel indicando o primeiro algarismo do valor do resistor.

A cada número corresponde uma cor, como mostra a **Tabela 4**.

Tabela 4 Código de cores para resistores.

Preto	Marron	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul	Violeta	Cinza	Branco
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

O segundo anel colorido representa o segundo número que forma o valor do resistor, como pode ser visto na **Fig.14**.

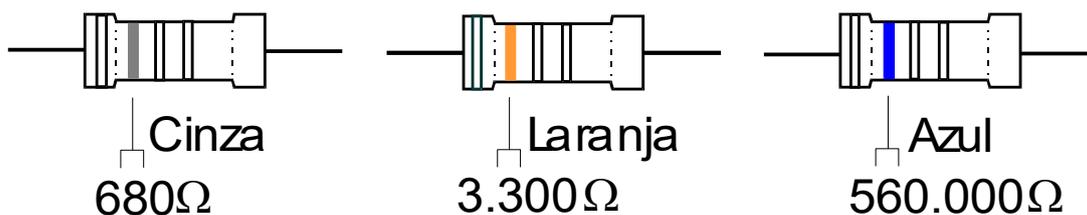


Fig.14 Segundo anel indicando o segundo algarismo do valor do resistor.

Para o segundo anel, as cores têm o mesmo significado do primeiro anel.

O terceiro anel representa o número de zeros que segue aos dois primeiros algarismos, sendo chamado de fator multiplicativo. A **Fig.15** mostra três exemplos.

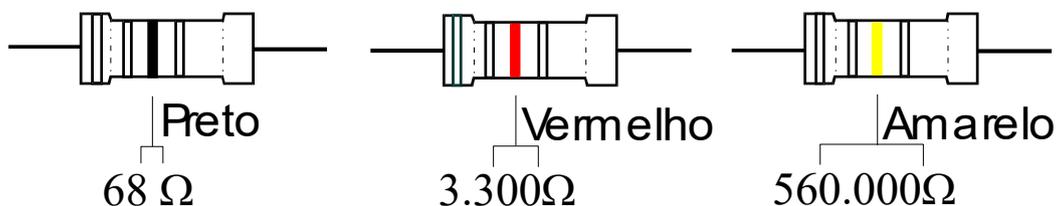


Fig.15 Terceiro anel indicando o fator multiplicador.

A cada número de zeros corresponde uma cor, como mostra a **Tabela 5**.

Tabela 5 Código de cores dos multiplicadores.

Preto	Marrom	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul
Nenhum zero	1 zero	2 zeros	3 zeros	4 zeros	5 zeros	6 zeros



As cores violeta, cinza e branco não são encontradas no 3.º anel por que os resistores padronizados não alcançam valores que necessitem de 7, 8 ou 9 zeros.

Os resistores usados como exemplo estão representados na Fig.16.

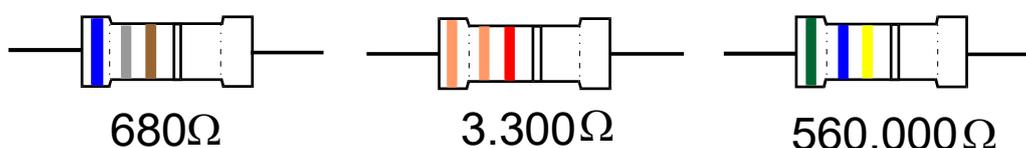


Fig.16 Resistores de 680Ω, 3.300Ω e 560.000Ω com código de cores.

O quarto anel colorido representa a tolerância do resistor. A cada percentual corresponde uma cor característica, como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 Código de cores relativo a tolerância.

Prateado	Dourado	Vermelho	Marrom
± 10%	± 5%	± 2%	± 1%



A ausência do quarto anel indica a tolerância de 20%.

Acrescendo-se uma tolerância de 10% aos valores dos resistores usados, temos como exemplo :

680Ω ± 10% Azul (6), cinza (8), marrom (1), prateado (± 10%)
 3.300Ω ± 10% Laranja (3), laranja (3), vermelho (2), prateado (± 10%)
 560.000Ω ± 10% Verde (5), azul (6), amarelo (4), prateado (± 10%)

RESISTORES DE 1Ω A 10Ω

Para representar resistores de 1 a 10Ω, o código de cores estabelece o uso

da cor **dourado** no 3º anel. O dourado neste anel indica a existência da vírgula entre os dois primeiros números.

Seguem alguns exemplos:

1,8Ω ± 5%	Marrom (1), cinza (8), dourado, dourado (± 5%)
4,7Ω ± 10%	Amarelo (4), violeta (7), dourado, prateado (±10%)
8,2Ω ± 20%	Cinza (8), vermelho (2), dourado, sem cor (±20%)

RESISTORES ABAIXO DE 1Ω

Para representar resistores abaixo de 1Ω, o código de cores determina o uso do **prateado** no 3º anel. O prateado neste anel significa a existência de 0 antes dos dois primeiros números.

Seguem alguns exemplos:

0,39Ω ± 20%	Laranja (3), branco (9), prateado, sem cor (±20%)
0,15Ω ± 10%	Marrom (1), verde (5), prateado, prateado (±10%)

A **Tabela 7** a seguir apresenta o código de cores completo.

Tabela 7 Código de cores completo para resistores.

Cor	Dígitos significativos	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	1	
Marrom	1	10	
Vermelho	2	100	
Laranja	3	1.000	
Amarelo	4	10.000	
Verde	5	100.000	
Azul	6	1.000.000	
Violeta	7	–	
Cinza	8	–	
Branco	9	–	
Ouro		0,1	±5%
Prata		0,01	± 10%
Sem cor			± 20%

RESISTORES DE 5 ANÉIS

Em algumas aplicações são necessários resistores com valores mais

precisos que se situam entre os valores padronizados.

Estes resistores tem o seu valor impresso no corpo através de cinco anéis coloridos, conforme ilustrado na **Fig.17**.

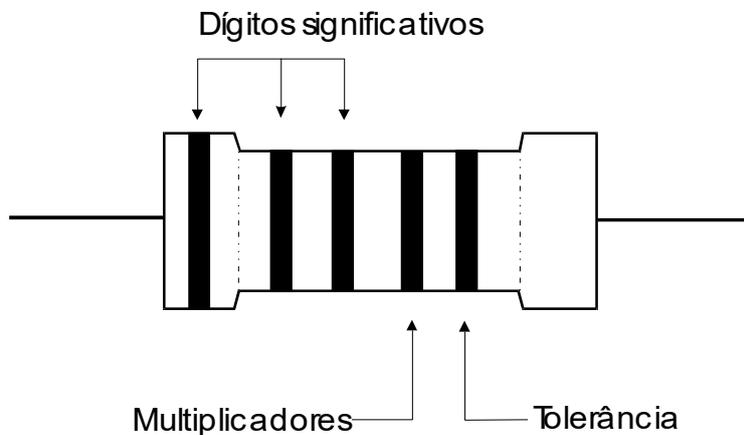


Fig.17 Resistor com cinco anéis.

Nestes resistores, os três primeiros anéis são dígitos significativos, o quarto anel representa o número de zeros (fator multiplicativo) e o quinto anel é a tolerância. A **Tabela 8** mostra o código de cores para estes tipos de resistores.

Tabela 8 Código de cores para resistores de cinco anéis.

Cor	Dígitos significativos	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	1	
Marrom	1	10	± 0%
Vermelho	2	100	± 2%
Laranja	3	1.000	
Amarelo	4	10.000	
Verde	5	100.000	
Azul	6	1.000.000	
Violeta	7	–	
Cinza	8	–	
Branco	9	–	
Ouro		0,1	
Prata		0,01	

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. Quais as faixas percentuais de tolerância dos resistores ?
2. Quais os tipos principais de resistores ?
3. Como deve ser interpretado o código de cores dos resistores ?

BIBLIOGRAFIA

HÜBSCHER, HEINRICH ET ALII. Electrotecnia, curso elemental. Elektrotechnik Grundstufe Barcelona, Reverté, c 1983, 296 pp.

LOUREIRO, HÉLIO ALBUQUERQUE & FERNANDES, LUIZ EDUARDO PENNA. Laboratório de dispositivos eletrônicos. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982, 305pp.