

## Seleção e leitura de componentes

### 1 Objetivos

Aprender a ler as inscrições (valores nominais) nos corpos dos componentes (resistores, capacitores e indutores).

Usar o multímetro para conferência dos valores nominais.

Aprender a selecionar componentes de acordo com seus valores comerciais.

### 2 Equipamentos e componentes

- 1 multímetro comum;
- 1 multímetro ponte RLC;
- Resistores de valores variados;
- Capacitores de poliéster com valores variados;
- Capacitores cerâmicos de valores variados;
- Indutores de valores variados.

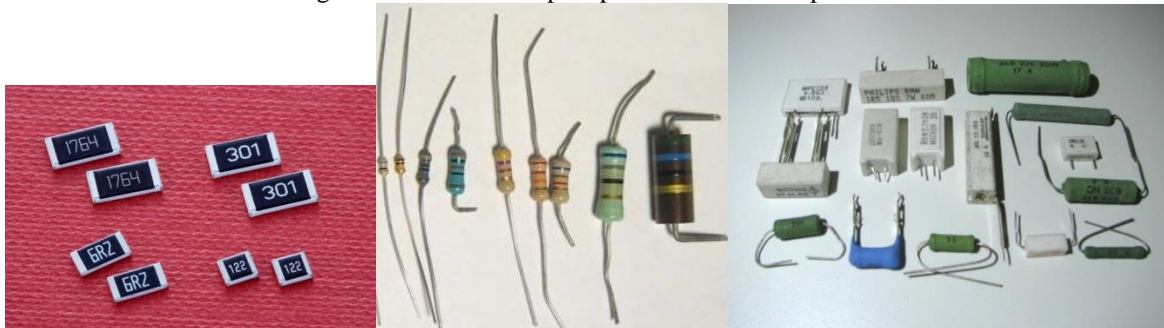
### 3 Introdução

#### 3.1 Funcionamento e características de trabalho dos componentes

É comum associar os componentes eletrônicos passivos a uma única característica, provinda de sua natureza específica, esquecendo que cada componente físico possui determinado valor de característica fixo apenas quando funcionando dentro de determinados limites operacionais.

Ao exemplo dos resistores, é possível ter um elemento de determinada resistência com vários materiais e dimensões físicas bem diferentes. Sendo que um elemento resistivo é caracterizado pelo seu efeito Joule (dissipação de calor), os resistores são dimensionados e vendidos de acordo com dois parâmetros fundamentais: resistência nominal e potência máxima que é capaz de dissipar.

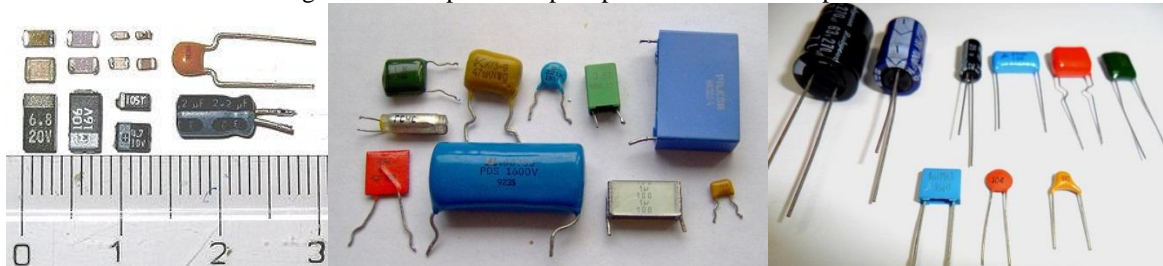
Figura 3.1 – Resistores para placa de circuito impresso



Os outros elementos seguem o mesmo padrão, possuem pelo menos mais uma característica que dita sua condição de funcionamento. Quanto se fala dos capacitores, se tem que suas placas paralelas (no modelo mais simples de capacitor), é aplicada uma diferença de potencial, e o dielétrico (isolante) que as separa deve ser capaz de suportar

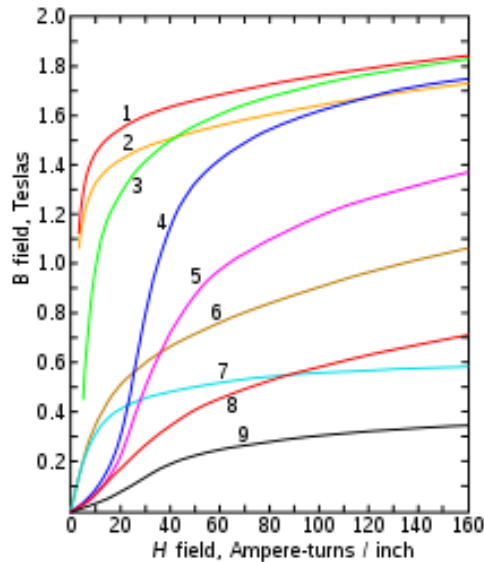
esse esforço sem seu rompimento (que faria com que se comporta-se como um resistor). Por isso uma característica importante do capacitor é sua tensão máxima suportada.

Figura 3.2 – Capacitores para placas de circuito impresso



Nos indutores, se tem que seu comportamento (indutância) é dado pela tangente da curva de magnetização, sendo que esta passa a possuir inclinação nula (acarretando em indutância nula) após determinado valor de corrente.

Figura 3.3 – Curva de magnetização de um indutor para diferentes tipos de núcleo (molde em que é enrolado seu fio)



Assim, disse-se que os indutores possuem a característica operacional de máxima corrente de trabalho, que depende de suas dimensões físicas e material utilizado no núcleo.

Figura 3.4 – Indutores para placas de circuito impresso

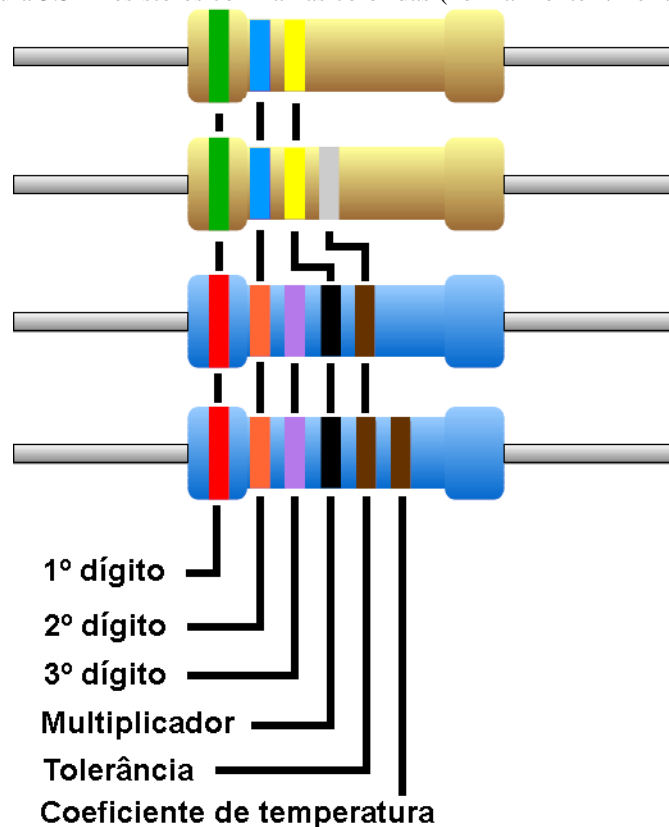


### 3.2 Leitura do corpo dos componentes

Os componentes passivos (resistores, capacitores e indutores) possuem indicações na forma de código de cores, numérico ou diretamente o valor que identifica suas características nominais e limites operacionais (potência do resistor, corrente do indutor ou tensão máxima suportada pelo capacitor).

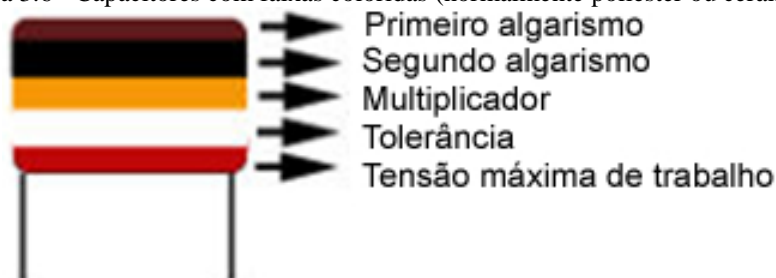
Para os componentes de pequena dimensão é seu valor ser identificado por um código de cores pintado em volta de todo seu corpo. A figura abaixo mostra esse fato para os resistores, capacitores e indutores.

Figura 3.5 - Resistores com faixas coloridas (normalmente 1/4 e 1/8W)



A leitura desses componentes depende da quantidade de faixas que possuem, mas sempre possuindo no mínimo dois dígitos significativos que e um multiplicador (expoente de base 10). No caso nos resistores e indutores, a leitura deve-se iniciar pela faixa mais próxima a extremidade do componente.

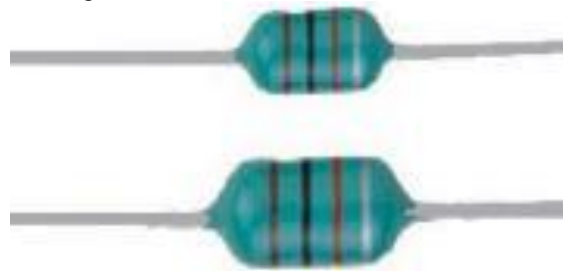
Figura 3.6 - Capacitores com faixas coloridas (normalmente poliéster ou cerâmicos)



No caso dos capacitores com faixas coloridas, normalmente capacitores de fabricação mais antiga, a leitura deve ser iniciada pela cor de seu topo.

Os indutores, podem possuir um formato muito semelhante a resistores (geralmente menores no comprimento), nesse caso, possuem a leitura de forma idêntica aos resistores de 3 ou 4 faixas de cores, ou seja, as duas primeiras faixas representam os dígitos significativos, a terceira o multiplicador de base 10 e a quarta, se possuir, a tolerância do componente. As vezes, além do tom verde característico da cor de fundo, a faixa mais próxima a lateral possui a cor prata para identificação e distinção dos resistores; esta deve ser ignorada durante a leitura.

Figura 3.7 - Indutores com faixas coloridas



A tabela abaixo mostra o código de cores e letras que são impressos nesses elementos.

Tabela 3.1 - Código de cores para componentes eletrônicos

Cor da faixa	Valor significativo	Expoente	Tolerância	Somente resistores	Somente capacitores	
				Coefficiente de temperatura	Tolerância	Tensão
preta	0	$10^0$			20%	
marrom	1	$10^1$	1% (F)	100ppm		100V
vermelha	2	$10^2$	2% (G)	50ppm		250V
laranja	3	$10^3$		15ppm		
amarela	4	$10^4$		25ppm		400V
verde	5	$10^5$	0,5% (D)		5%	
azul	6	$10^6$	0,25% (C)			630V
roxa	7	$10^7$	0,1% (B)			
cinza	8	$10^8$	0,05% (A)			
branca	9	$10^9$			10%	
dourado		$10^{-1}$	5% (J)			
prata		$10^{-2}$	10% (K)			
nenhuma			20% (M)			

O coeficiente de temperatura dos resistores mostra o quanto sua resistência aumenta em função da temperatura do ambiente a que está submetido (a leitura padrão é realizada a 25°C). Isso é utilizado para circuitos de precisão, em que a elevação ou diminuição da temperatura deve ser compensada por um algoritmo de cálculo ou por um circuito auxiliar.

Ainda sobre a leitura, os resistores devem ser lidos em sua unidade padrão  $\Omega$  (ohm), já os capacitores devem ser lidos em pF (picofarads) e os indutores em microhenrys ( $\mu\text{H}$ ), aplicando a mesma regra de faixas dos resistores.

Outra maneira de identificar o valor nominal de um componente em seu corpo é gravá-lo numericamente. Nesse caso existem duas possibilidades:

- Gravar o valor diretamente, seguido ou precedido do símbolo que representa a unidade da grandeza intrínseca do elemento (no caso dos resistores é utilizado o símbolo R no lugar de  $\Omega$ ) ou o símbolo que representa o múltiplo ou submúltiplo da unidade padrão (M, K ou k, m,  $\mu$ , n, p). No caso de preceder, R15 significa 0,15 $\Omega$ ;
- Gravar números que são lidos como no código de cores, nesse caso são gravados (geralmente) 3 número, sendo os dois primeiros os dígitos significativos e o último o expoente multiplicador.

Nestes dois casos a tolerância, a tensão suportada e/ou a potência são escritos numericamente ou por código de letras (ver na tabela acima).

Como se torna inviável construir componentes de todos os valores possíveis, existe uma padronização de valores. A tabela abaixo apresenta algumas séries padronizadas de valores de elementos, nela são apresentados apenas os dígitos significativos, ou seja, é possível o componente ter um valor qualquer composto por esses dígitos significativos e multiplicador (expoente) qualquer.

Em nosso laboratório, os resistores de 1/4W (a potência suportada por um resistor, quando não informada numericamente em seu corpo, é sabida pelo seu tamanho) seguem o padrão E24, enquanto os capacitores, seguem o padrão E6 e/ou E12. Alguns dos valores podem não ser encontrados, por terem sido muito usados e não repostos, para isso se informe com os técnicos de laboratório.

Tabela 3.2 - Tabela com valores comerciais de componentes eletrônicos encontrados no laboratório




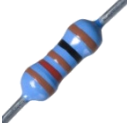


<b>Série E6</b>	1.0			1.5				2.2				3.3				4.7				6.8				
<b>Série E12</b>	1.0		1.2	1.5		1.8		2.2		2.7		3.3		3.9		4.7		5.6		6.8		8.2		
<b>Série E24</b>	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

Outras séries numéricas de componentes ainda existem (E48, E96, E192, em que vão sendo acrescentados valores intermediários aos das séries anteriores) para componentes de precisão. No caso dos resistores, devem possuir a faixa indicando a variação com a temperatura ambiente.

Então, sempre que se projetar um circuito deve-se optar pelo valor comercial mais próximo, que não cause problema ou mudança no comportamento do circuito. Também se pode optar por associações em série e paralelo dos valores comerciais.

Quanto a cor de fundo (cor que é pintada o corpo) dos componentes, identifica o material de sua fabricação interna. O material da construção de um componente interfere em sua aplicação, sendo na potência (no caso dos resistores) ou tensão (no caso dos capacitores) que pode suportar ou na interferência que pode causar em um circuito.

Tabela 3.3 - Característica dos resistores de acordo com sua cor de fundo

Cor do fundo	Material	Característica
Preto 	Cerâmico	SMD
Marrom 	Carvão granulado	Em desuso
Bege 	Bastão de cerâmica com filme de carvão ou metálico	Mais comum
Azul 	Filme metálico	Maior precisão
Branco 	Fio com isolamento de porcelana	Maior potência
Verde escuro 	Fio enrolado em cerâmica revisto (com verniz)	Grandes potências

Para os capacitores, a cor identifica o material de seu dielétrico, limitando seu valor e uso em formas de onda alternada (onde só é permitido o uso de capacitores despolarizados).

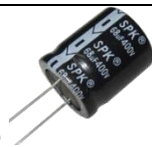

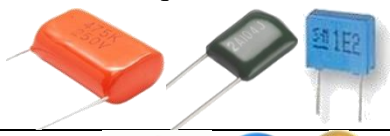


Tabela 3.4 - Faixa de valores para capacitores em função do material de fabricação de seu eletrólito

Cor do fundo	Material	Faixa de valores											
		mF			μF			nF			pF		
		100	10	1	100	10	1	100	10	1	100	10	1
Preto / Azul / Laranja / Roxo	Eletrolítico	—————											
Bege	Tântalo			—————									
Laranja / Azul Marrom / Vermelho	Poliéster				—————								
Marrom / Azul / Bege	Cerâmico						—————						

Uma forma ainda mais fácil de identificar o material do capacitor é por meio de seu formato.



Tabela 3.5 - Material e formato dos capacitores e especificações

Formato	Material	Característica
 Cilindro	Eletrolítico	Polarizado (possui terminal positivo e negativo)
 Gota	Tântalo	Polarizado
 Quadrado e/ou quadrado arredondado	Poliéster	Despolarizado
 Disco	Cerâmico	Despolarizado
 Quadrado	Cerâmico	Despolarizado (montagem em superfície – SMD)

Os capacitores cerâmicos de aparência não porosa e cor geralmente não marrom possui característica para trabalho em elevadas tensões.

### 3.3 Uso do multímetro

É um instrumento capaz de medir várias grandezas elétricas, por isso seu nome “multi+metro”. Selecionando, geralmente, em sua chave rotativa é possível selecionar a leitura de diferentes grandezas, tais como:

- Tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico (V);
- Corrente elétrica ou fluxo de elétrons (A);
- Resistência elétrica ( $\Omega$ );
- Ganho de corrente de transistores ( $h_{FE}$ );
- Tensão de barreira de uma junção semicondutora ( $\overset{A}{\rightarrow} \text{---} \text{---} \text{---} \overset{K}{\leftarrow}$ );
- Capacitância (F);
- Indutância (H);
- Índice de mérito ou fator de qualidade (Q);
- Frequência (Hz);
- Temperatura ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$ ).

A simbologia usada pelo multímetro está especificada em seu corpo (chave rotativa) e confere com a descrita acima.

Para leitura de um valor com multímetro seleciona-se primeiramente a grandeza a se medir e, no não conhecimento do valor prévio, **opta-se pelo maior fundo de escala** disponível. Ao se conhecer o valor, comuta-se a chave para uma escala menor (**com o multímetro desconectado do circuito**, no caso de leituras de tensão e corrente), de forma a se conseguir uma maior exatidão de leitura.

Outros cuidados muito importantes no uso desses instrumentos são:

- Realizar a correta conexão do instrumento ao circuito (**voltímetro em paralelo** e **amperímetro em série**);
- Selecionar a correta grandeza a se medir (tensão, corrente, resistência, ...), tipo (alternada ou contínua) e **alterar a ponta de prova** do instrumento conforme pedido pela escala;
- **Desenergizar do circuito** (exceto para leituras de tensão e corrente), pois o multímetro força a circulação de uma corrente pelo circuito através de suas pontas de prova para que possa realizar a leitura. A não realização desse procedimento fará com que a corrente imposta pelo aparelho seja somada a do circuito, **danificando o instrumento**.
- **Desconectar o componente** que se deseja medir do seu circuito (no caso de resistores, indutores e capacitores), pois em caso contrário o multímetro lerá o seu valor em paralelo ou série com os demais componentes.
- **Liberar a energia armazenada** em capacitores e indutores. Esses componentes podem reter tensões e correntes, respectivamente, que podem danificar o aparelho no ato da leitura. Para se livrar da corrente circulante pelo indutor, a simples desconexão deste de seu circuito é suficiente; para o capacitor, é necessário curto-circuitar seus terminais, zerando a carga armazenada.
- **Jamais segurar os terminais** do componente com as duas mãos. Isso o coloca em paralelo com o componente, e a medida informada pelo multímetro passa a não refletir somente o valor que se deseja, mas o valor de seu corpo em paralelo.

#### 4 Procedimentos

Quais são os parâmetros necessários para escolha dos seguintes componentes:

- Resistor? \_\_\_\_\_
- Capacitor? \_\_\_\_\_
- Indutor? \_\_\_\_\_

Dentre os vários componentes dispostos na bancada:

- 1 Organize-os por tipo (resistores, capacitores e indutores);
- 2 Leia seus valores nominais de acordo com o código de cores ou numérico;
- 3 Identifique o material utilizado em sua construção e seus limites operacionais (potência máxima capaz de dissipar, tensão e/u corrente máxima suportada);
- 4 Utilizando o multímetro comum e o multímetro ponte RLC (para leitura de indutâncias e capacitâncias) e os **procedimentos descritos anteriormente** leia os valores reais dos elementos (alguns elementos de valores muito pequenos podem não conseguir ser lidos nem pelo multímetro ponte RLC do laboratório);
- 5 Calcule o erro do valor real em função de seu nominal;
- 6 Preencha as tabelas abaixo informando se cada elemento se encontra dentro ou fora de sua tolerância nominal;
- 7 Busque folhas de dados (*datasheets*) desses componentes para completar os valores faltantes na tabela.





Tabela 4.2 - Capacitores ensaiados, valores nominais e reais

Formato (esboço)	Código de cores / números						Valor nominal (F)	Tolerância nominal (%)	Tensão suportada (V)	Material	Valor real (F)	Dentro da tolerância?
	1ª faixa/nº	2ª faixa/nº	3ª faixa/nº	4ª faixa/nº	5ª faixa/nº	6ª faixa/nº						

Tabela 4.3 - Indutores ensaiados, valores nominais e reais

Formato (esboço)	Código de cores / números						Valor nominal (H)	Tolerância nominal (%)	Corrente suportada (A)	Material	Valor real (H)	Dentro da tolerância?
	1ª faixa/nº	2ª faixa/nº	3ª faixa/nº	4ª faixa/nº	5ª faixa/nº	6ª faixa/nº						