

Laboratório de Hardware

Grandezas Elétricas e Dispositivos

Grandezas Elétricas

Existem três grandezas básicas para o estudo da Eletricidade, que são: a corrente, a resistência e a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. Sendo a relação entre elas o fator primordial para o estabelecimento da Lei de Ohm.

CORRENTE ELÉTRICA

A corrente pode ser definida como qualquer movimento de cargas de uma região para outra (YOUNG;FREEDMAN, 2004), ou seja, é o fluxo de carga elétrica através da seção transversal de um condutor (TIPLER;MOSCA, 2006).

ESPECIFICAÇÕES

Simbologia para Corrente Elétrica: I ;
Definição de Corrente: $I = \Delta Q / \Delta t$;
Unidade no SI: Amperè;
Representação da Unidade: A.

TENSÃO ELÉTRICA

A Diferença de potencial entre dois pontos ou tensão elétrica é o trabalho por unidade de carga que a força eletrostática realiza sobre uma carga que é transportada de um ponto até o outro

ESPECIFICAÇÕES

Simbologia para Tensão Elétrica: V ;
Definição de Tensão: $V = V_a - V_b = E \Delta L$;
Unidade no SI: Volt;
Representação da Unidade: V.

Grandezas Elétricas

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Resistência elétrica é a capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica pelo mesmo, quando existe uma diferença de potencial aplicada



ESPECIFICAÇÕES

Simbologia para Resistência : R;
Definição de Resistência: $R=V/I$;
Unidade no SI: OHM;
Representação da Unidade: Ω .

Condutores, Isolantes e Semicondutores

Condutores elétricos são materiais que possuem alguns elétrons com a possibilidade de movimentar-se livremente (TIPLER; MOSCA, 2006).

Exemplo: cobre, alumínio, ouro, platina, prata, etc.

Isolantes elétricos são materiais que estão unidos nas vizinhanças do átomo e não podem se mover livremente (TIPLER; MOSCA, 2006).

Exemplo: madeira, vidro, etc.

Observação: Os materiais que possuem características intermediárias entre condutores e isolantes são chamados de semicondutores. Temos como exemplos: o germânio e o silício.

Lei de Ohm

A lei de Ohm refere-se à relação linear entre corrente e tensão elétrica, indicando que a resistência é constante, independente da voltagem aplicada (SERVAY;JEWTT JR, 2004).

A Lei de Ohm não é uma lei fundamental da natureza, mas um relacionamento empírico válido somente para determinados materiais e dispositivos, sob uma escala limitada de condições (SERVAY;JEWTT JR, 2004).

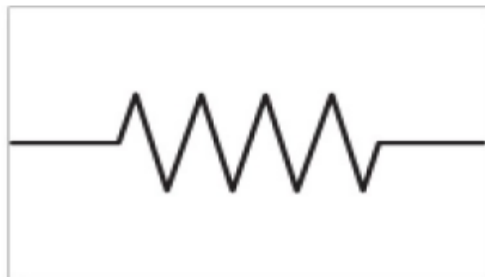
$$V \sim \alpha . I \quad \rightarrow \quad V = R . I$$

Resistor

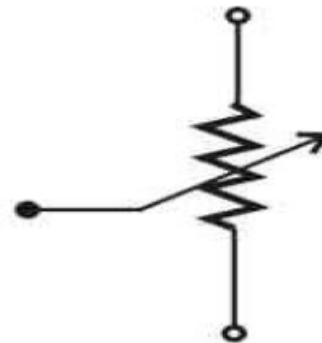
Um resistor é um componente que fornece ao circuito elétrico um valor específico de resistência (SERVAY;JEWTT JR, 2004).

Os resistores são utilizados nos circuitos elétricos com o intuito de limitar a corrente e, conseqüentemente, reduzindo ou dividindo tensões.

Os resistores podem ser classificados como de valor fixo ou variável. Os de valores variáveis podem ser denominados de potenciômetros, reostatos ou trimpots, levando em consideração sua dimensão e construção.



Simbologia do resistor fixo.



Simbologia do resistor variável.

Resistor Ideal

Um resistor ideal é um componente com uma resistência elétrica que permanece constante independentemente da tensão ou corrente elétrica que circular pelo dispositivo. Todavia, não existe tal resistor. Na prática são fabricados componentes que possuem um percentual de tolerância, ou seja, de acordo com as especificações do fabricante, o resistor pode variar seu valor dentro dessa faixa de erro.

Exemplo: Para um resistor com valor nominal igual a 100Ω com uma tolerância de 10%, na prática ele poderá ter um valor que esteja entre 90Ω e 110Ω .

Identificação do Resistor

Primeiro Passo

Identificar a faixa de tolerância - Observe na figura 11 que a faixa dourada localizada numa extremidade está mais distante da anterior (no caso vermelha), do que a vermelha da outra extremidade está para a preta. Assim, a faixa que indica o valor de tolerância é a dourada, sendo identificada como a quarta faixa.

Segundo Passo

Identificar os algarismos significativos - As duas primeiras faixas que estão na extremidade contrária a da tolerância (faixa dourada). Lembre-se, de iniciar a identificação da extremidade, ou seja, o primeiro algarismo representa a faixa vermelha e o segundo a faixa preta. Assim temos:
Primeiro Algarismo: Faixa Vermelha = 2;
Segundo Algarismo: Faixa Preta = 0;

Terceiro Passo

Identificar o fator multiplicador - A terceira faixa indicará o fator multiplicador. No resistor analisado a faixa em questão tem a cor vermelha. Assim, de acordo com a tabela 1 temos o seguinte:
Para a faixa vermelha o fator de multiplicação é 100.

Quarto Passo

Valor do resistor - Multiplica o número que foi formado pelos dois algarismos pelo fator de multiplicação. O valor resultante sempre será em Ohm.
 $20 \times 100 = 2000\Omega$.

Quarta Faixa

Terceira Faixa

Primeira Faixa

Segunda Faixa

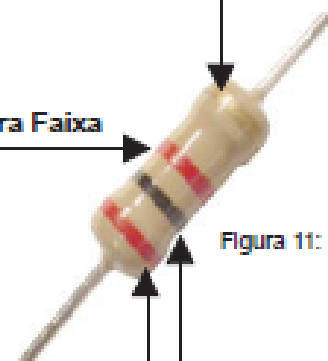


Figura 11: Resistor X

Quinto Passo

Identificar a tolerância do resistor - Como no primeiro passo já foi identificada a cor da faixa (dourada no caso), com o auxílio da tabela 1, observa-se que o valor de tolerância é de 5%.

Resultado Final

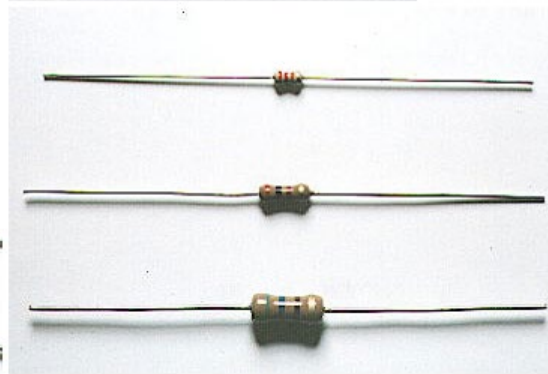
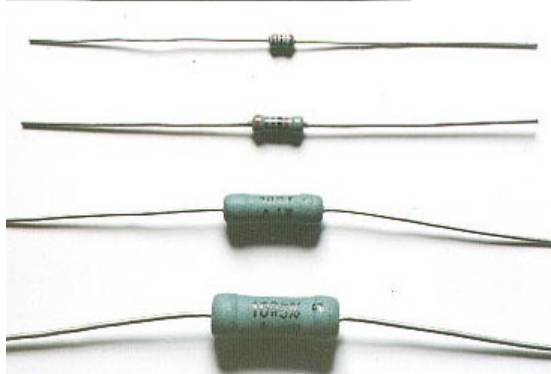
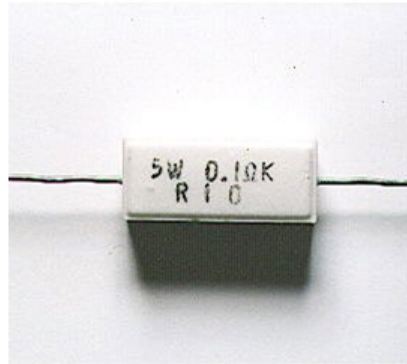
Resistor de $2000\Omega \pm 5\%$, ou seja, pode apresentar um valor fixo entre 1900Ω e 2100Ω .

Identificação do Resistor

Tabela 1 - Código de Cores Para Resistores

Cor	1º Algarismo	2º Algarismo	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	1	-
Marrom	1	1	10	1%
Vermelho	2	2	100	2%
Laranja	3	3	1.000	-
Amarelo	4	4	10.000	-
Verde	5	5	100.000	-
Azul	6	6	1.000.000	-
Violeta	7	7	-	-
Cinza	8	8	-	-
Branco	9	9	-	-
Dourado	-	-	-	5%
Prateado	-	-	-	10%
Inexistente	-	-	-	20%

Apresentação do Resistor



Exemplos de Resistores Variáveis

Exemplos de Resistores de Valor Fixo

Capacitor

É um componente constituído por dois condutores separados por um isolante: os condutores são chamados armaduras (ou placas) do capacitor e o isolante é o dielétrico do capacitor. Costuma-se dar nome a esses aparelhos de acordo com a forma de suas armaduras. Assim temos capacitor plano (Fig-1), capacitor cilíndrico (Fig-2), capacitor esférico etc. O dielétrico pode ser um isolante qualquer como o vidro, a parafina, o papel e muitas vezes é o próprio ar. Nos diagramas de circuitos elétricos o capacitor é representado da maneira mostrada na Fig-3.

Capacitor

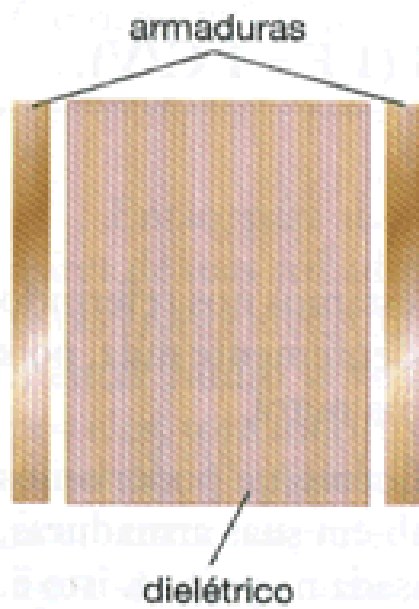


Fig-1

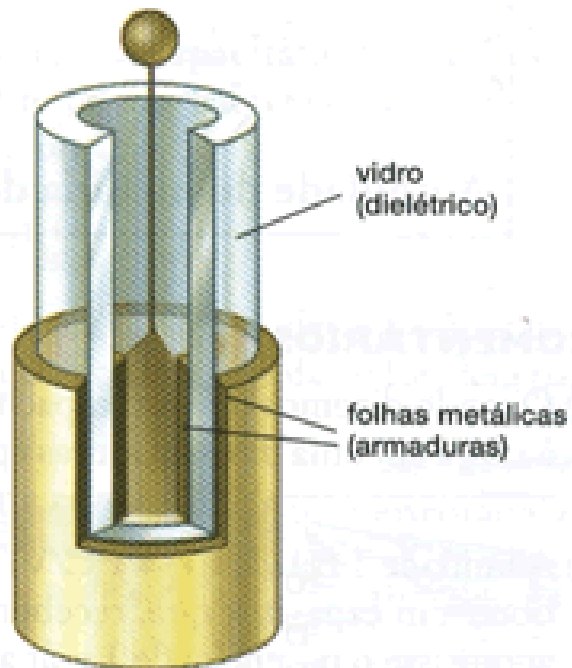


Fig-2

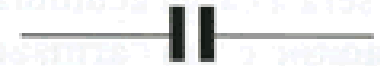


Fig-3

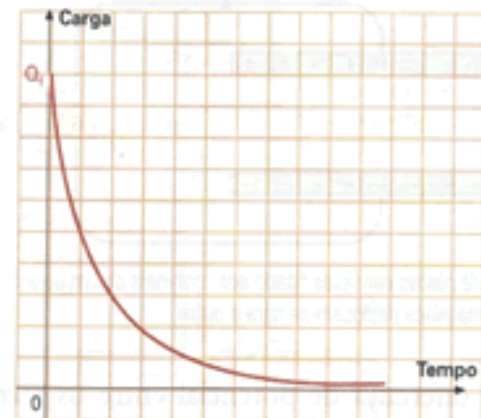
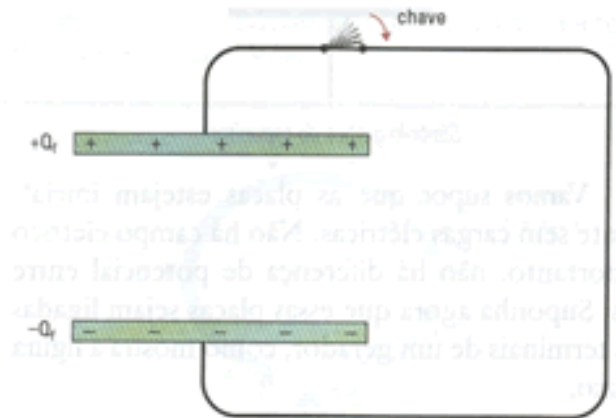
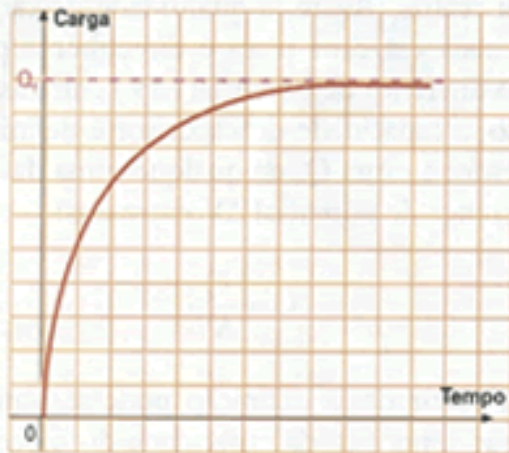
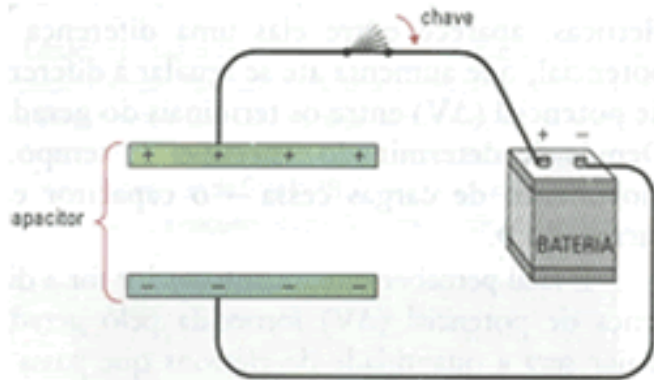
Capacitor

Um capacitor apresenta uma característica elétrica dominante que é simples, elementar. Apresenta uma proporcionalidade entre corrente entre seus terminais e a variação da diferença de potencial elétrico nos terminais. Ou seja, possui uma característica elétrica dominante com a natureza de uma capacitância.

Um capacitor é fundamentalmente um armazenador de energia sob a forma de um campo eletrostático.

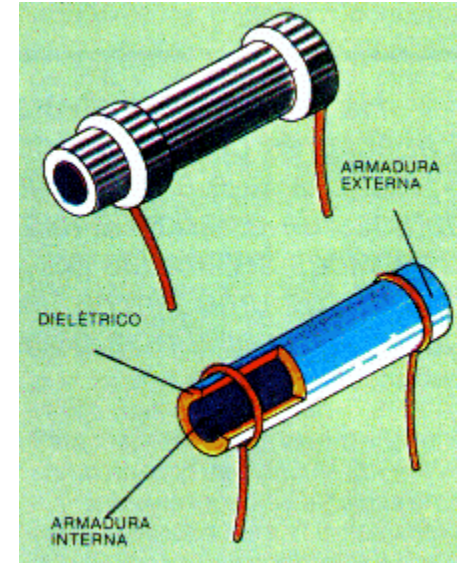
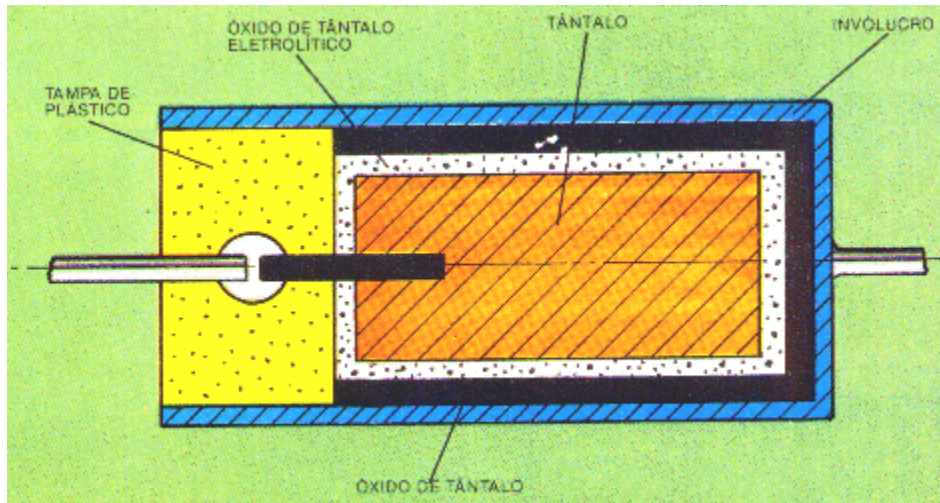
Tempo de Carga e Descarga do Capacitor

Uma das características mais interessantes do capacitor, que possibilita inúmeras aplicações tecnológicas, sobretudo em eletrônica, é o seu tempo de carga e descarga. A figura a seguir representa o processo de carga de um capacitor por um gerador e o correspondente gráfico de carga armazenada em cada placa durante o tempo correspondente.



Formação do Capacitor

O capacitor é formado de duas placas metálicas, separadas por um material isolante denominado dielétrico. Utiliza-se como dielétrico o papel, a cerâmica, a mica, os materiais plásticos ou mesmo o ar.



Aplicações do Capacitor

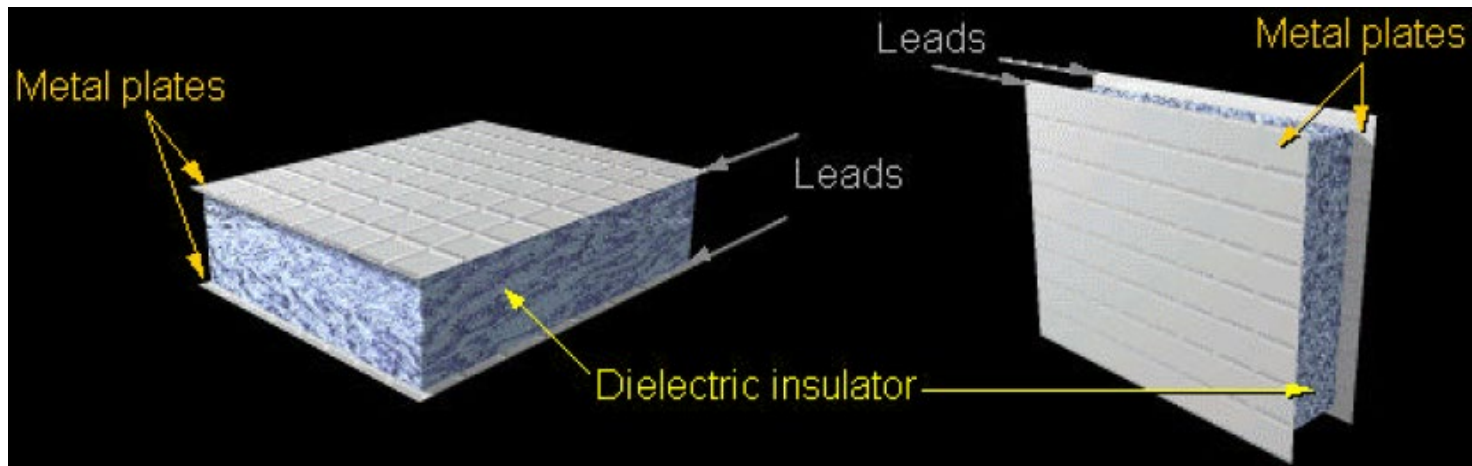
Capacitores são utilizados com o fim de eliminar sinais indesejados, oferecendo um caminho mais fácil pelo qual a energia associada a esses sinais espúrios pode ser escoada, impedindo-a de invadir o circuito protegido. Nestas aplicações, normalmente quanto maior a capacitância melhor o efeito obtido e podem apresentar grandes tolerâncias.

Já capacitores empregados em aplicações que requerem maior precisão, tais como os capacitores que determinam a frequência de oscilação de um circuito, possuem tolerâncias menores.

Fatores que influenciam na Capacitância

A capacitância de um capacitor, é uma constante característica do componente, assim, ela vai depender de certos fatores próprios do capacitor. A área das armaduras, por exemplo, influi na capacitância, que é tanto maior quanto maior for o valor desta área. Em outras palavras, a capacitância C é proporcional à área A de cada armadura, ou seja:

$$C \propto A$$

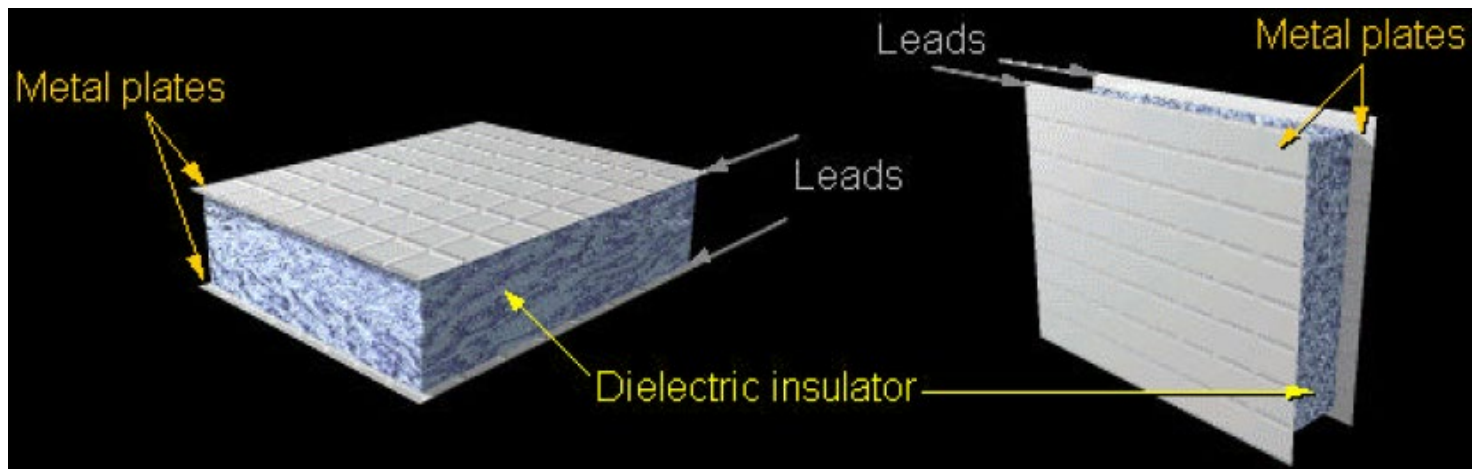


Fatores que influenciam na Capacitância

A espessura do dielétrico é um outro fator que influi na capacitância. Verifica-se que quanto menor for a distância d entre as armaduras maior será a capacitância C do componente, isto é:

$$C \propto 1/d$$

Este fato também é utilizado nos capacitores modernos, nos quais se usam dielétricos de grande poder de isolamento, com espessura bastante reduzida, de modo a obter grande capacitância.



Capacitância

$$C = k\epsilon_0 \cdot A/d$$

Onde:

- **C**: Capacitância
- $k\epsilon_0$: Constante dielétrica
- **d**: Distância entre as superfícies condutoras
- **A**: Área dos condutores.

Rigidez e Constante Dielétrica

Material	Rigidez (kv/cm)	Constante (k)
Ar	30	1
Vidro	75-300	3,8
Ebonite	270-400	2,8
Mica	600-750	5,4-8,7
Borracha Pura	330	3
Óxido de alumínio	-	8,4
Pentóxido de Tantaló	-	26
Cera de abelha	1100	3,7
Parafina	600	3,5

Exemplo de Cálculo de Capacitância

$$C = k \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

A unidade de capacitância é o Farad (F), que é a capacidade de um capacitor armazenar a carga de 1 Coulomb(C) sob uma tensão de 1 Volt(V), portanto:

$$1 \text{ Farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} \text{ ou, } F = \frac{C}{V}$$

Trata-se de uma unidade muito “grande” sendo comumente usados frações de Farad, como μF , nF ou pF.

Exemplo de Cálculo de Capacitância

$$C = k \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

Vidro → $k = 3,8$

$\epsilon_0 = 8,854 \text{ pF / m}$

$A = 1000 \text{ mm}^2$; Sendo que $1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

$d = 0,1 \text{ mm}$; Sendo que $1 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$C = 3,8 \cdot 8,854 \frac{\text{pF}}{\text{m}} \cdot \frac{1000 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{m}^2}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{m}}$$

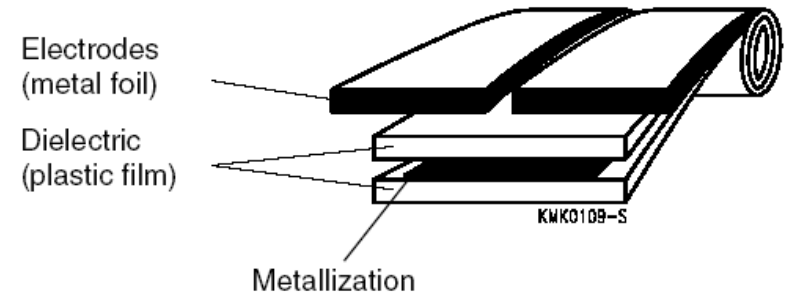
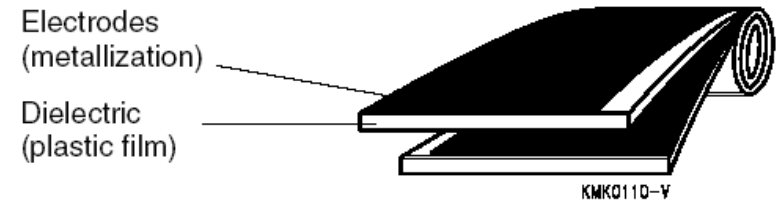
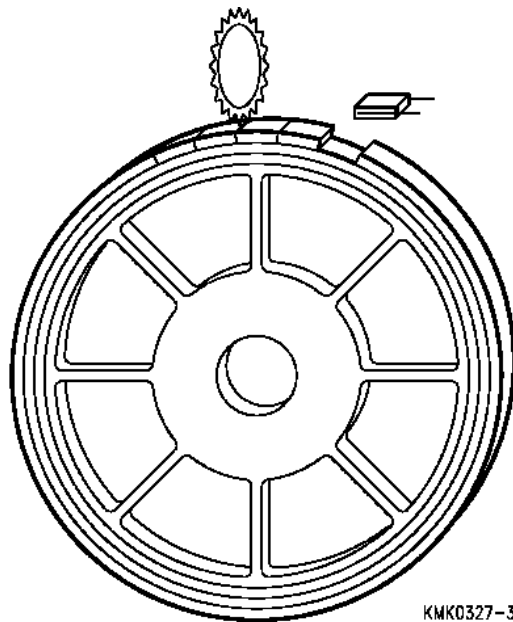
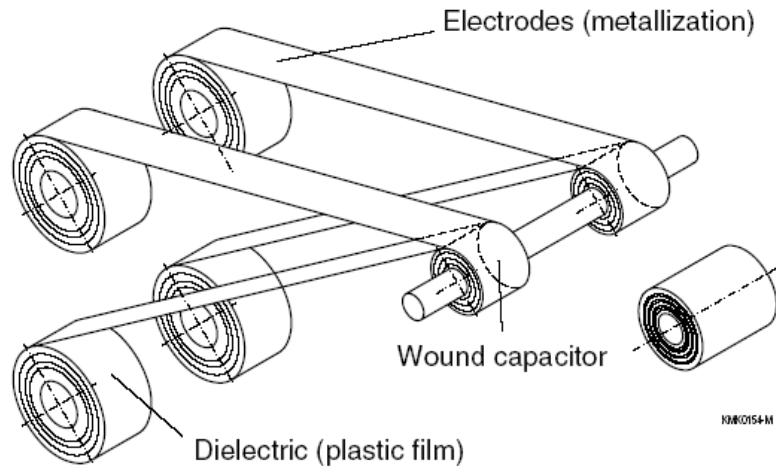
$$C = 3,8 \cdot 8,854 \frac{10^{-12} \text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{1000 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{m}^2}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{m}}$$

$$C = 336 \text{ pF}$$

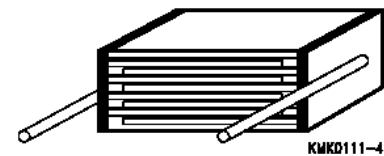
Processo de Fabricação

Os capacitores de filme metalizado são obtidos pela deposição de uma camada de material condutor, sobre um dos lados de uma película de material flexível isolante, em geral um filme plástico de baixas perdas dielétricas, por exemplo, poliéster. Isto feito, duas películas são enroladas uma sobre a outra, de maneira que as superfícies metalizadas não se toquem.. Conecta-se então um terminal a cada superfície metálica. O acabamento é feito com cera fundida, ou com resina epóxi, sobre o qual se faz a marcação dos valores.

Processo de Fabricação



Stacked-film capacitor



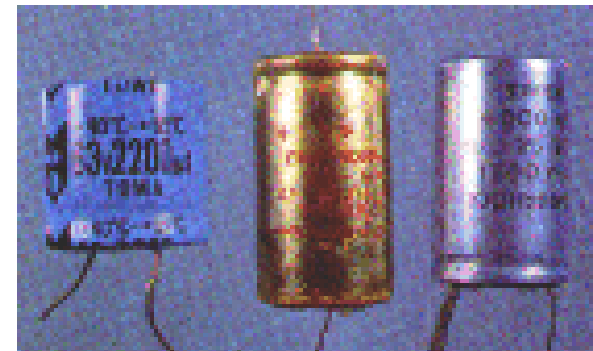
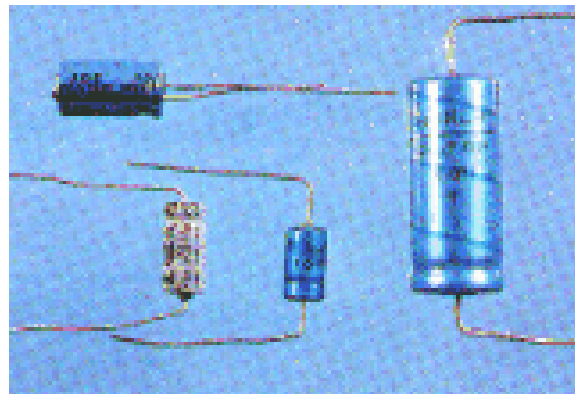
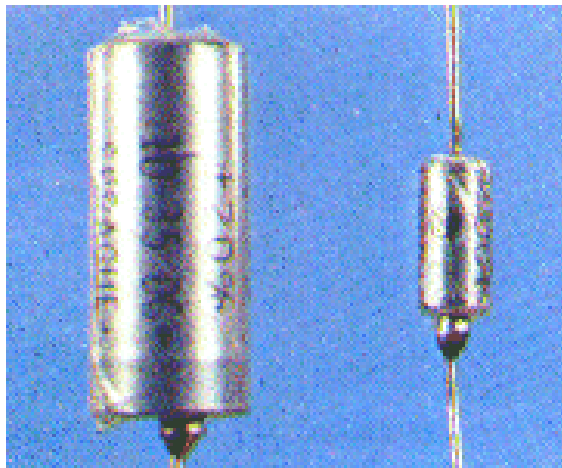
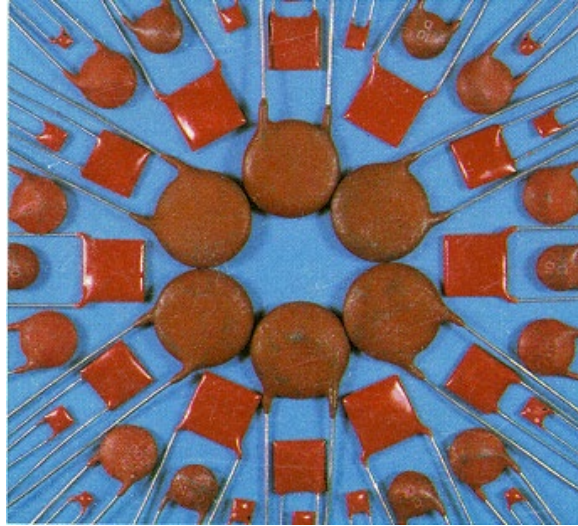
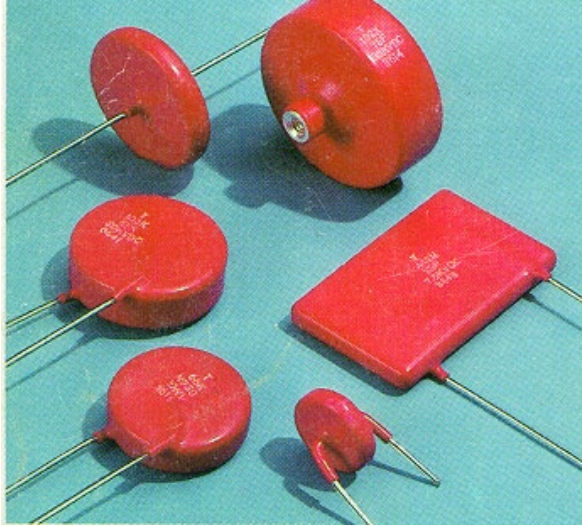
Tipos de Capacitores

- Capacitores de mica
- Capacitores de papel
- Capacitores Stiroflex
- Capacitores de polipropileno
- Capacitores de poliéster
- Capacitores de policarbonato
- Capacitores cerâmicos
- Capacitores eletrolíticos
 - (alumínio)
 - (tântalo)

Processo de Fabricação

Os capacitores de filme metalizado são obtidos pela deposição de uma camada de material condutor, sobre um dos lados de uma película de material flexível isolante, em geral um filme plástico de baixas perdas dielétricas, por exemplo, poliéster. Isto feito, duas películas são enroladas uma sobre a outra, de maneira que as superfícies metalizadas não se toquem.. Conecta-se então um terminal a cada superfície metálica. O acabamento é feito com cera fundida, ou com resina epóxi, sobre o qual se faz a marcação dos valores.

Exemplos



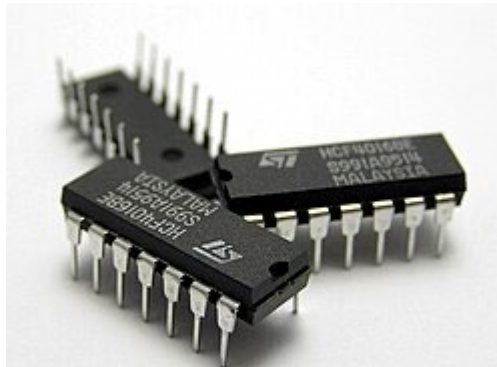
Problemas em Capacitores



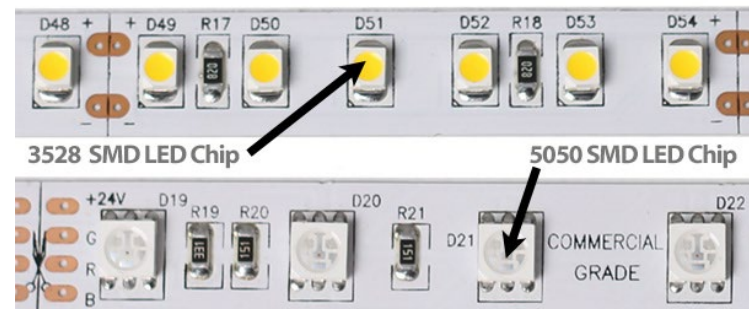
Dispositivos Montados em Superfície (SMD)

Componentes eletrônicos SMD são micro-componentes utilizados no processo de Montagem de placa PCB (Printed Circuit Board), esses componentes ajudam a economizar espaço na placa devido ao tamanho das mesmas. Os componentes eletrônicos SMD são muito utilizados, já que as empresas optam por economizar espaço e consequentemente reduzir os custos de produção, os componentes eletrônicos SMD são basicamente versões compactas dos componentes PTH (Pin Through Hole).

Por serem muito pequenos, o manuseio e aplicação nas placas se torna mais difícil, mas os componentes eletrônicos SMD são uma ótima escolha em termos de economia. Na produção das placas que utilizam os componentes eletrônicos SMD, primeiramente aplica-se uma pasta nas ilhas onde vão ser postos os componentes, e logo em seguida os componentes são posicionados sobre a pasta, por último a placa de circuito impresso é colocada dentro de um forno de solda, nesse momento a pasta de solda derrete e conecta os componentes SMD através do seus terminais e assim são ligados eletricamente, a placa sai do forno fica sólida e finaliza-se a ligação.



Dispositivo Pin Through Hole (PTH)



LED SMD

Dispositivos Montados em Superfície (SMD)

Esses componentes miniaturizados, em comparação com os convencionais são bem vantajosos. Pois os convencionais possuem invólucros algumas vezes desnecessários que são bem maiores que os reais componentes em si (ativos ou passivos). Os invólucros dos componentes SMD, por outro lado possuem um tamanho bem menor, que é o necessário para a proteção do interior do componente contra reações exteriores.

Os componentes SMD em relação com os componentes convencionais podem ser, por exemplo, até 5 vezes menores. A classificação do tamanho dos componentes eletrônicos SMD é feita da em duas partes que juntas formam o número de classificação.

Os primeiros dois dígitos do tamanho de um componente SMD são expressos em centésimos de polegada e são referentes ao comprimento do componente. Os dois dígitos seguintes, por sua vez também expressos em centésimos de polegada, são referentes à largura do componente.

<u>CÓDIGO</u>	<u>MEDIDA</u>
EM POLEGADA	
0201	0,02" x 0,01"
0402	0,04" x 0,02"
0504	0,05" x 0,04"
0805	0,08" x 0,05"
1206	0,12" x 0,06"
1802	0,18" x 0,02"
2225	0,22" x 0,25"

Vantagens e Desvantagens do SMD

Vantagens dos Componentes Eletrônicos SMD

- Eles têm uma montagem simples* ([Manual](#) | [Automática](#))
- Eles permitem componentes de pequena dimensão
- Para fixá-los não precisa furar a PCI (Placa de Circuito Integrado) ou metalizar as ilhas
- Eles têm uma certa resistência à choques mecânicos e vibrações
- Ocupam menos espaço do que os convencionais
- É possível fazer a montagem automática desses componentes
- Redução de custo de montagem e de fabricação dos componentes
- É possível colocar componentes dos dois lados da PCI

Desvantagens dos Componentes Eletrônicos SMD

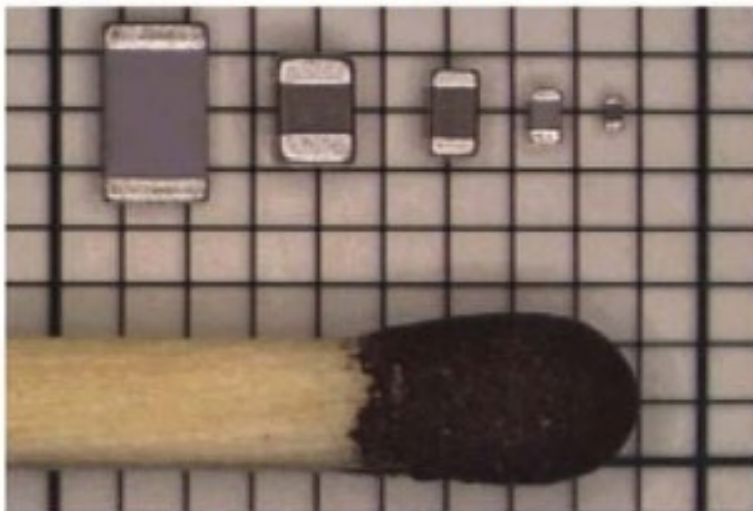
- A manutenção e a troca em alguns casos são mais difíceis
- O projeto do layout da PCI fica mais complexo
- Os componentes não são bem padronizados
- Eles têm uma certa dificuldade em fazer a dissipação térmica
- A identificação por legenda é prejudicada, podendo até não ser feita

Dispositivos Montados em Superfície (SMD)

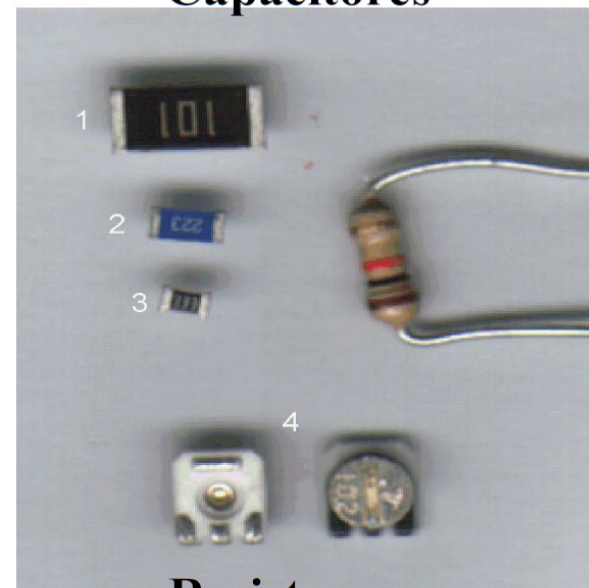
RESISTORES SMD



CAPACITORES SMD



Capacitores

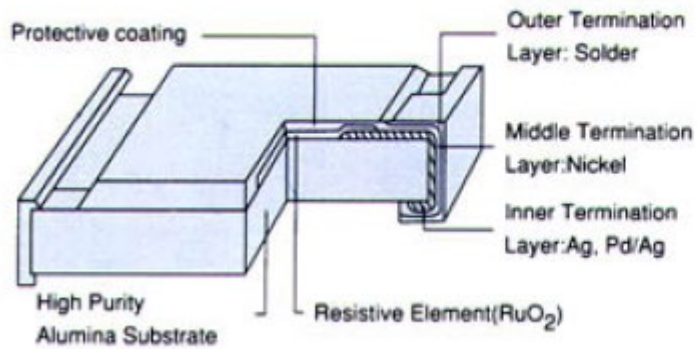


Resistores

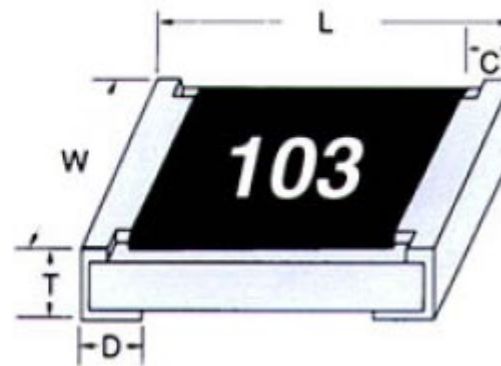
SMD

Resistor SMD

Configuração

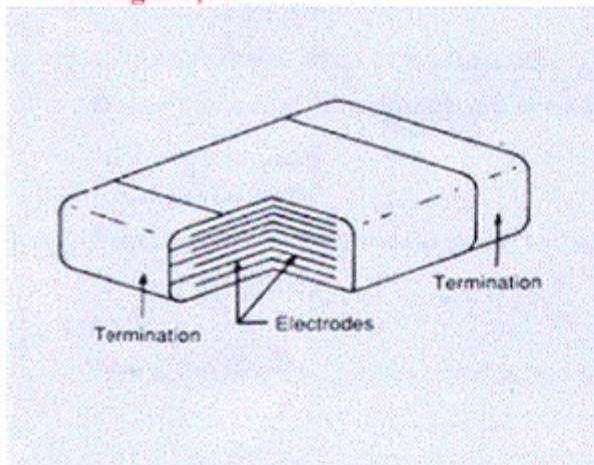


Dimensões



Capacitor SMD

Configuração



Nickel Barrier Terminations

