



Eletrônica

Capacitores

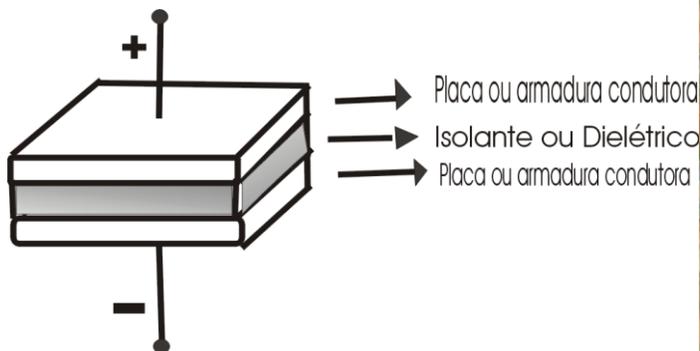
1º Função: armazenar cargas elétricas carregando-o e descarregando-o no tempo da frequência aplicada.(de acordo com o tempo que recebe a carga)

2º Características e propriedades:

O capacitor é um componente basicamente formado por duas placas metálicas, separadas por um isolante chamado de dielétrico. O material de que é feito o dielétrico é quem define o nome do capacitor.

Ex.: Dielétrico de mica= capacitor de mica;

Dielétrico de plástico = capacitor de poliéster.



Como qualquer componente eletrônico, os capacitores apresentam características elétricas e mecânicas, através dos quais são especificados. Abaixo veremos as mais importantes:

2.1 Capacitância- é a propriedade (capacidade) dos capacitores armazenarem cargas elétricas.

A unidade de capacitância é o FARAD, representado por F e se define como a capacitância de reter uma carga de 1 coulomb (1C), quando é aplicada a tensão de 1 volt(1V).

Para as medidas usuais dos capacitores os valores em Farad, são muito elevados, por isso se utiliza geralmente os seus submúltiplos.

Os Submúltiplos são

a) **Milefarad = mF (usado antigamente). $1\text{mF} = 1/10^3 = 10^{-3}$**

b) **MicroFarad= $\mu\text{F} = 1/10^6 = 10^{-6}$ F**

c) **NanoFaraf = nF = 1/10⁹ = 10⁻⁹F**

d) **PicoFarad = pF = 1/10¹² = 10⁻¹²F**

Regra prática para conversões de unidades:

F	10 ³	mF	10 ³	μF	10 ³	nF	10 ³	pF
>>>>	>>>	>>>>	Multiplica	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>
<<<<<	<<<<<	<<<<<	<<<<<<<	<<<<<	Divide	<<<<	<<<<<	<<<<

Fatores que influenciam a capacitância:

- a) Dimensões das placas-quanto maior a área das placas maior a capacidade de armazenamento de carga.
- b) Distância entre as placas-quanto menor a distância entre as placas, ou seja, quanto menor a espessura do dielétrico maior é a capacidade de armazenamento-Capacitância.
- c) Material de que é feito o dielétrico

2.2-Tolerâncias- A capacitância real de um capacitor deve ficar dentro dos limites de tolerância de fabricação, que pode ser tão baixa quanto 5% (capacitores de precisão) ou tão alta quanto 50%, como acontece com os capacitores eletrolíticos.

Em alguns casos a tolerância não é simétrica: a tolerância para menos pode ser menor que a tolerância para mais; ex: um tipo de capacitor pode ter tolerância de $-10\% e +20\%$, significando que, se o seu valor nominal for de 100pF, poderá ter qualquer valor real entre 90 e 120%pF (até 10pF menos e até 20% mais que o nominal) e será considerado bom.

2.3- Coeficiente de Temperatura- A capacitância de um capacitor pode ser influenciada pela temperatura, sendo seu *coeficiente de temperatura* uma característica importante em algumas aplicações. O coeficiente de temperatura pode ser negativo (-), positivo (+), nulo (NPO) sendo normalmente expresso em partes por milhão por grau centígrados (ppm/°C). Exemplo: um capacitor de 1μF com um coeficiente negativo de 750ppm, se a temperatura passar de 25°C (temperatura para a qual se especifica o valor nominal) para 26°C, a capacitância será reduzida em 750pF (750 milionésimos do valor nominal).

Cálculo: 1μF=1 x 1000 x 1000 = 1000000pF (valor nominal em pF) Quando a temperatura passa de 25°C para 26°C a capacitância será reduzida em 750pF, ou seja, o novo valor será: 1.000.000-750 = 999250pF ou 0,999250μF.

2.4-Tensão de Isolação ou de trabalho dada em volts(V) é a tensão máxima que pode ser aplicada ao capacitor sem que o mesmo seja danificado;

Obs. Não se deve submeter um capacitor a uma tensão acima da recomendada pelo fabricante.

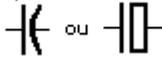
Sob pena de danificar e até furar o dielétrico e provocar fuga no capacitor.

Em caso de substituição de componentes, a isolamento do capacitor substituto poderá ser maior que a isolamento do capacitor original, nunca poderá ser menor.

Eletrônica Analógica III

2.5-Resistência de isolamento-refere-se a resistência ôhmica do dielétrico.

3º Classificação e tipos:

<p>Fixos Quando o valor da sua capacitância não pode ser mudada. São designados ou classificados de acordo com o dielétrico, a forma física ou detalhes construtivos</p> <p> comum</p> <p> Eletrolítico</p>	<p><u>Cerâmicos</u></p>	<p><u>Disco</u>  Aspecto: <u>Plate</u>  Aspecto: <u>Tubulares</u> Pouco usado. <u>Passagem</u> Rádior telecomunicações</p>
<p><u>Stiroflex</u></p>		
	<p><u>Polyéster (até 2,2µF)</u></p>	<p><u>Não-metalizados</u> Vem com a capacitância, tolerância e tensão de trabalho em seu corpo. <u>Metalizados</u></p>
		<p><u>Schico</u> Características: Capacitância e Tensão mostrados no corpo: Aspecto: </p>
		<p><u>Metalizado laranja</u> Características: Capacitância, Tolerancia e tensão no corpo. Aspecto:  <u>Zebrinha</u></p>

Características: Capacitância, Tolerância e tensão. utiliza Código de cores.



Aspecto:

Eletrolítico (2,2 a 4700 μ F)

Simbologia



Alumínio

É um capacitor de capacitância alta e tem polaridade. Utiliza como dielétrico uma camada de Óxido, formada por eletrodeposição de um produto químico.

Radiais

Aspecto:



Axiais

Aspecto



Tântalo

É um capacitor eletrolítico de alta capacitância e são usados em CI onde o espaço é pequeno.



Aspecto:

Semivariável

(ajustável)

São capacitores de ajuste com valores pequenos

.São especificados pela faixa

de valores que podem adquirir:

no ajuste. ex Trimmer

Simbologia e aspecto:



Variáveis

São usados em sintonia de rádio e podem ser

especificados pela capacitância

máxima, ou seja, quando

estão com o eixo todo

Ar

Polyéster

fechado.



Simbologia:aspecto

:

4º-Identificação do valor e características dos capacitores fixos

Como vimos anteriormente, as características elétricas dos capacitores são sua capacitância, tensão de isolamento, tolerância e o coeficiente de temperatura e ainda a faixa de temperaturas em que o capacitor pode ser usado.

Usualmente, referente às unidades da capacitância (Farad), seguem-se os seguintes critérios:

Faixa de Valores	Unidade utilizada
1 a 4700pF	Picofarads(pF)
Acima de 4700pF-1μF(1.000.000pF)	MicroFarad(μF) e PicoFarad(pF)
Iguais e acima de 1000pF	Ou a expressão kpF(quilo-Farad=1000pF)

4.1-Capacitores eletrolíticos- as características elétricas e a polaridade de seus terminais são impressas no corpo dos mesmos. Assim, obrigatoriamente se indica qual o terminal positivo ou o negativo através dos símbolos + e - ou uma pinta vermelha.São impressos ainda nestes capacitores a capacitância em μF e a tensão de isolamento. A tolerância é muitas vezes omitida, porém na grande maioria das vezes esta tolerância é de -10 +50.

Além dessas indicações a polaridade dos eletrolíticos também é indicada da seguinte forma:

Axiais- um estreitamento (gargalo) no lado do terminal positivo e uma faixa preta no negativo.

Radiais- o terminal mais comprido é o positivo.

4.2 Capacitores de poliéster metalizado “zebrinha”- tem seu valor , em picofarads, indicados através do código de cores com cinco faixas, sendo a primeira no topo do capacitor e a última junto aos terminais.

Na tabela abaixo, a 1ª e a 2ª faixa indicam os algarismos significativos. A 3ª faixa indica o número de zeros ou multiplicador, não sendo usadas apenas, as cores : ouro e prata A 4ª faixa indica a tolerância e a 5ª faixa a tensão nominal, contínua ou de pico

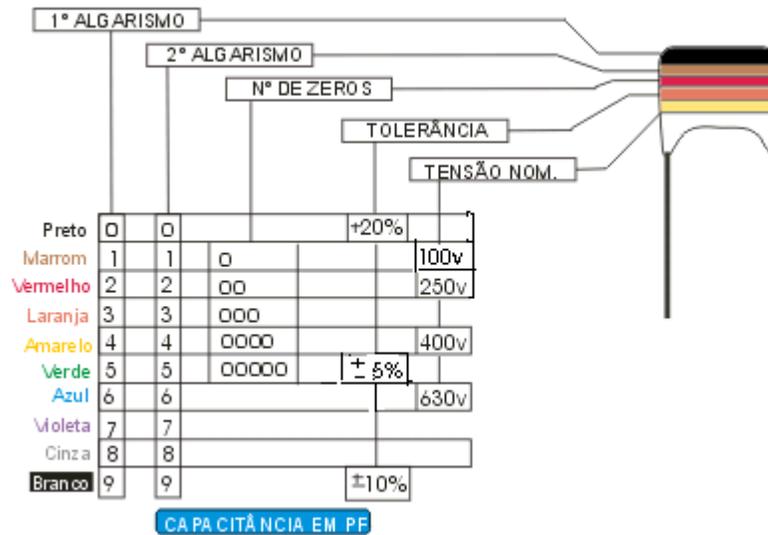
Nos capacitores as faixas não são separadas entre si , de modo que duas faixas contíguas aparecerão como uma só(mais larga). Isto indica que o valor correspondente àquela cor vem repetido.

Exemplos :Definir as características, dos capacitores metalizados zebrinha, que apresentam as seguintes cores:

- Verde + azul + vermelho + branco + vermelho> C=5,6KpF; Tol.= ±10 ; E =250V.
- Marron + preto + laranja + branco +vermelho> C=10kpF; Tol.=±10 ; E= 250V.
- Amarelo + vermelho + vermelho preto + azul> C= 4,2kpF; Tol. = ±20; E=630V.

Eletrônica Analógica III

d) Vermelho + vermelho + amarelo +branco + amarelo> C= 220kpF; Tol. = ±10; E =400V.



4.3-Capacitores de poliéster metalizado-Schico- apresenta a indicação da tensão de trabalho em (VDC) e o valor da capacitância em nanofarads, indicado apenas pela letra **n**.

As indicações acima neste capacitor pode se apresentar das seguintes formas:

a) 250 e 22n ; b) 250 2.3 nF; 250 2n3;

4.4-Capacitores “nugget” poliéster ,poliéster metalizado laranja:- as indicações das característica são iguais ao Schico , acrescentando-se o logotipo do fabricante.

4.5 Capacitores cerâmicos Plate:estes_ capacitores podem ser de três tipos. Na tabela abaixo pode-se ver como identifica-lo

Tipo	Significado	Aspecto/Cor	Coefficiente de Temperatura	Tolerância	Tensão de Isolação Volts	Unidades	Capacitância notação
TC	Coefficiente de temperatura compensado	Cinza com uma faixa preta no topo	NP0	±2%	100V	pF ou nF como p e n	10pF-10p 2200pf-2n2
TC	Coefficiente de temperatura compensado	Cinza faixa violeta	N750	±2%	100V	idem	idem
GP	Aplicações gerais	Ocre com e faixa amarela		±10%	100V	idem	idem
GMV	Garantido Mínimo valor	Ocre com faixa verde		-20 +80%	63V	idem	idem

Eletrônica Analógica III

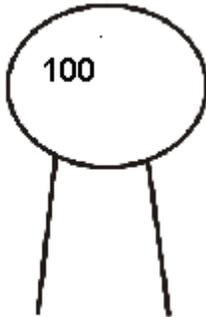
:

4.6-Capacitores cerâmicos –Disco- Tem seu valor indicado em pF e/ou nF, de acordo com o fabricante.

Recentemente foi introduzida uma nova codificação. Na seqüência vamos explicar este assunto com alguns exemplos: Na nova codificação a capacitância é dada apenas em picofarads

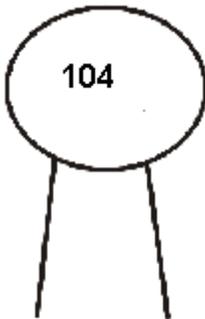
1º exemplo:

Na figura considera-se os dois(2) primeiros algarismos (**10**) significativos o 3º algarismo o número de zeros para ser acrescentado aos 2 primeiros. Sendo o 3º algarismo 0 (zero) nenhum zero deve ser acrescentado. E a leitura da capacitância para este capacitor é : **C = 10pF.**



2º Exemplo:

Vemos neste capacitor a indicação 104. Os dois primeiros algarismos significativos são 1 e 0. O número 4, na 3ª casa, significa que devemos acrescentar quatro zeros aos dois primeiros algarismos formando assim 100.000. A indicação da capacitância é de **100000pF (ou 100nF)**.



Além da capacitância, indicada na forma acima a nova codificação indica a *tolerância, a faixa de temperatura de operação, o máximo desvio da capacitância em função da variação de temperatura e o coeficiente de temperatura.*

A tensão de isolamento não é indicada em alguns casos, subentendendo-se como sendo a “normal” de uma categoria de capacitor..

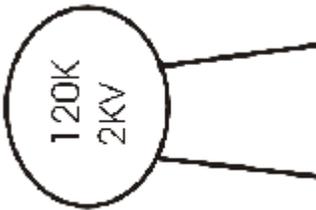
A tolerância é indicada por uma letra logo após o valor da capacitância. Na tabela I abaixo temos as letras e os respectivos significados em três colunas.

Eletrônica Analógica III

$C \leq 10 \text{ pF}$	letra indicativa	$C > 10 \text{ pF}$
$\pm 0,1 \text{ pF}$	B	$\pm 1\%$
$\pm 0,25 \text{ pF}$	C	$\pm 2\%$
$\pm 0,5 \text{ pF}$	D	$\pm 3\%$
$\pm 1 \text{ pF}$	F	$\pm 5\%$
	G	$\pm 10\%$
	H	$\pm 20\%$
	J	$+50\%, -20\%$
	K	$+80\%, -20\%$ ou $+100\%, -20\%$
	M	$+100\%, -0\%$
	S	
	Z	
	P	

Tabela I
Código para identificação da tolerância.

Vejamos agora um exemplo, com indicações da capacitância, tolerância e tensão de isolamento;
Exemplo 3:



Análise:

120: Os dois primeiros algarismos 12; o 3º algarismo =0, nenhum zero a acrescentar.

A letra K indica na tabela 1 (acima a tolerância de ± 10).

A tensão de isolamento vem diretamente impressa e mostra $2\text{Kv}=2000\text{V}$.

Então a indicação deste capacitor , para capacitancia, tolerância e Tensão é: **12pF $\pm 10\%$ - 2000Volts.**

Agora vamos tratar da indicação dos coeficientes de temperaturas : eles são indicados como positivo(P), negativo (N) e/ou nulo (NP0) expressos através de letras seguida pelo número de partes por milhão por graus centígrados. Se o coeficiente for negativo de $750\text{ppm}/^\circ\text{C}$, aparecerá a indicação N750. Na prática, encontramos capacitores P100(positivo, $100\text{ppm}/^\circ\text{C}$), NP0, N075, N150, N220, N330, N470, N750 e N1500.

Na tabela II abaixo podemos ter os valores ligados ao coeficiente de temperatura.

Eletrônica Analógica III

gama de temperatura	símbolo indicativo
-55°C a +85°C -55°C a +125°C -30°C a +85°C +10°C a +85°C	X5 X7 Y5 Z5
variação máxima de capacidade	letra indicativa
±3,3% ±4,7% ±7,5% ±10% ±15% ±22% +22%, -33% +22%, -56% +22%, -82% +22%, -92%	D E F P R S T U V W

Tabela II
Código da característica de temperatura.

Os coeficientes de temperatura podem também serem substituídos por letras , da seguinte forma:

Letra	Coeficiente de temperatura
A	P100
C	NP0
L	N075
P	N150
R	N220
S	N330
T	N470
U	N750
V	N1500

Vamos agora executar alguns exemplos , para encerrar o assunto:

Exemplo 4:

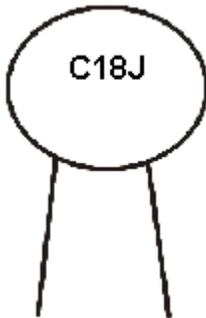
100 nos diz que **C=10pF**

K = 10%

N750= coeficiente de temperatura negativo de 750ppm/°C



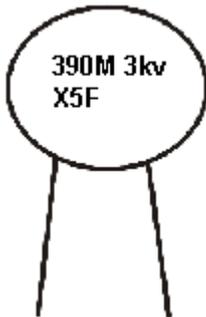
Exemplo 5:



C indica pela tabela acima **NP0** coeficiente de temperatura Zero
18(neste caso não foi usado o código de 3 algarismo e a leitura é direta) **18pF**

J =tolerância de $\pm 5\%$.

Exemplo 6:

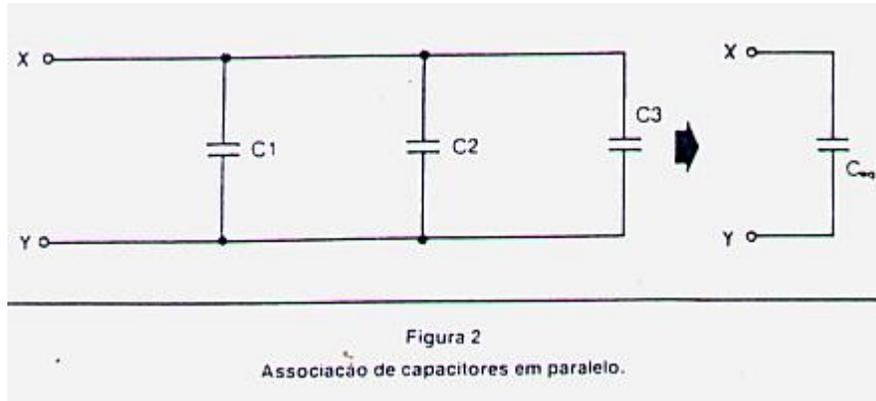


390 indica C=39pF; tolerância M na tabela $\pm 20\%$; tensão de isolamento= 3000V e o código X5F na tabela indica que o capacitor pode ser usado sob temperaturas de -55°C a 85°C , (X5) com uma variação máxima de 7,5% (F)de seu valor real em função da variação de temperatura.

5º Associação de Capacitores;

Na associação dos capacitores os terminais destes devem estar submetidos a uma mesma Tensão.

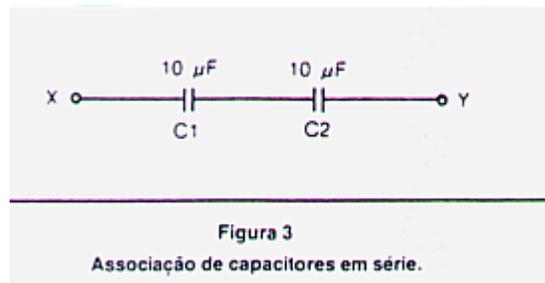
5.1-Associação em paralelo.



A fórmula abaixo de forma inversa aos resistores nos dá o valor do capacitor equivalente – **Ceq**
Em uma associação de capacitores em paralelo.

$$C_{eq} = C1 + C2 + C3 + \dots Cn.$$

5.2- Associação em Série-



5.2.1-Caso 1- n capacitores iguais.

$$C_{eq} = C/n$$

Onde C = valor comum dos capacitores envolvidos;

N = numero de capacitores do esquema.

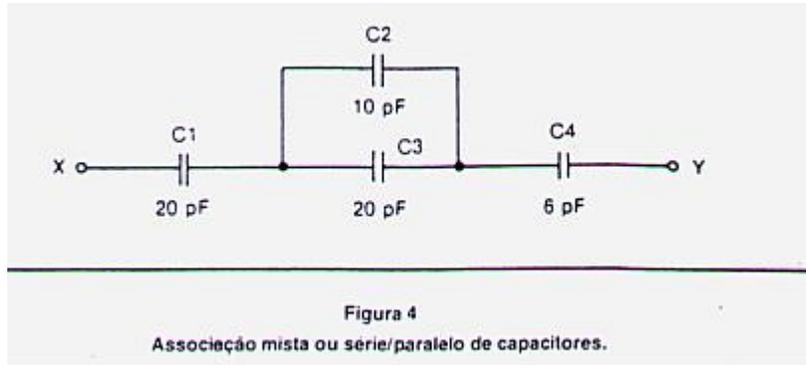
5.2.2- Caso 2-Para 2 capacitores diferentes:

$$C_{eq} = C1 \times C2 / C1 + C2$$

5.2.3- Caso 3 – n capacitores diferentes.

$$1/C_{eq} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + \dots + 1/Cn$$

5.3 Associação Mista-Série/Paralelo.



Neste caso resolve-se em primeiro lugar à parte da associação em paralelo o C_{eq} da parte de paralelos passa a compor um novo circuito em série.

No circuito acima ficaria assim.

Ex.: Parte paralela $C_{eq1} = 10 + 20 = 30\text{pF}$.

O novo circuito ficará assim: $C_{eqt} = 1/C1 + 1/C_{eq1} + 1/C4 = 1/20 + 1/30 + 1/6$

$1/C_{eqt} = 0,05 + 0,033 + 0,16 = 0,99$

$C_{eqt} = 1/0,99 = \mathbf{1,01\text{ pF}}$

6º- Defeitos dos Capacitores.

Como todo e qualquer componente ou dispositivo, os capacitores estão sujeitos a apresentarem falhas, que descreveremos a seguir.

6.1 Fuga – ocorre quando existe falha no dielétrico permitindo a circulação da corrente entre as placas.

6.2 Curto

a) Parcial- o curto parcial é a condição em que, ao se medir a resistência ôhmica entre as placas do capacitor encontramos um valor qualquer diferente de zero.

b) Total- o curto total é a condição em que ao se medir a resistência ôhmica entre as placas do capacitor encontramos o valor igual a zero. Neste caso teremos uma corrente muito alta entre as placas do capacitor e uma quantidade muito grande de energia passando pelo terra.

6.3-Aberto.- um capacitor se encontra aberto quando ao medirmos sua resistência ôhmica o valor encontrado é igual a ∞ . Este defeito poderá ocorrer devido ao desligamento de um dos terminais da placa correspondente.

6.4-Deficiente- um capacitor apresenta este estado de deficiência quando ao ser medido em um capacímetro a sua capacitância apresenta um valor diferente daquele que vem de fábrica.

Obs: Nos testes efetuados com multímetro, deve-se usar as seguintes escalas: Capacitor comum a escala mais indicada é a X10K. Quando o capacitor está bom, o ponteiro desloca e volta a origem. Para capacitores eletrolíticos a escala deve ser a X10K o ponteiro desloca e volta a origem se demorar muito a voltar, utilizar as escalas X10 ou até X1.

7º-Observações sobre as utilizações dos capacitores.

7.1- Capacitores tubulares- são utilizados em circuitos de baixa e média frequência.

7.2-Capacitores planos-são utilizados em circuitos de alta frequência.

7.3-O capacitor comum(sem polaridade)- quando no circuito estão ligados ao terra, funcionam com filtro de alta frequência (**desacoplador**)

7.4-O capacitor com polaridade-eletrolíticos- quando no circuito estão ligados ao terra, funcionam com filtro de baixa frequência (**desacoplador**).

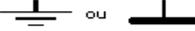
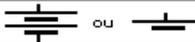
7.5- O capacitor comum (sem polaridade)- quando interliga etapas no circuito, funcionam como **acoplador de alta frequência**.

7.6- O capacitor com polaridade-eletrolíticos- quando interliga etapas no circuito, funcionam como **acoplador de baixa frequência**.

Obs.Quem define as etapas em um circuito é o **Transistor**.Os demais componente diodos, resistores, capacitores etc., são componentes auxiliares.

8º Formulas e Símbolos que são úteis no estudo dos capacitores:

Voltagem	Resistência	Potência	Corrente
$E = W / I$	$R = E / I$	$W = E \cdot I$	$I = E / R$
$E = I \cdot R$	$R = E^2 / W$	$W = I^2 \cdot R$	$I = W / E$
$E = \sqrt{W \cdot R}$	$R = W / I^2$	$W = E^2 / R$	$I = \sqrt{W / R}$

 ou 	Ligação ao terra
 ou 	Lâmpada
 ou 	Resistor fixo
 ou 	Resistor ajustável (Trimpot)
 ou 	Resistor variável (Potenciômetro)
	Capacitor não polarizado
 ou 	Capacitor polarizado
	Capacitor ajustável (Trimmer)
	Capacitor variável (Variável)
 ou 	Bateria ou pilha