



## UNIDADE II

---

Ciência da Computação  
Interdisciplinar

Prof. MSc. Álvaro Prado

# Agenda

- Bloco I – Apresentando os componentes: os capacitores.
  - História dos capacitores: o Farad.
  - Conceitos de carga elétrica e capacitância.
- Bloco II – Funcionamento dos capacitores.
  - Tipos de capacitores.
  - Carga e descarga.
  - Associação em série e paralelo.

# Agenda

- Bloco III – Sobre a construção de circuitos eletrônicos.
  - Montagens tipo “breadboard”.
  - Montagens tipo ponto a ponto.
  - Circuitos impressos.
- Bloco IV – Prototipagem de circuitos.
  - Placas padrão “veroboard”.
  - Método “Ilhas Manhattan”.
  - Matrizes de contatos ou “protoboard”.

# Os capacitores

- Possuindo ampla utilização na eletrônica, os capacitores são universalmente conhecidos por suas propriedades de armazenar pequenas cargas elétricas, bem como de atuar bloqueando a passagem de corrente contínua e funcionarem como filtros.
- Vamos conhecer alguns circuitos com os capacitores, carregando-os, descarregando-os e também vendo como se comportam como resistores quando submetidos a determinadas frequências, a chamada reatância capacitiva.

# História dos capacitores

- Apesar de terem sua unidade de medida – o Farad – atribuída em homenagem ao cientista inglês Michael Faraday, os capacitores não foram inventados por ele, mas muito antes, ainda no século XVIII, pelo trabalho independente de dois cientistas: o alemão Ewald Georg von Kleist (1745) e o holandês Pieter van Musschenbroek (1746).
- Ambos descobriram que, ao conectar um gerador eletrostático de alta voltagem (como um gerador de Bonetti) a um eletrodo mergulhado em um jarro de vidro cheio de água, ao se tocar no eletrodo a intensidade da fagulha obtida era muito maior que utilizando-se apenas o gerador, produzindo um choque muito mais incômodo. Musschenbroek deu o nome de Garrafa de Leyden ao invento, uma vez que este era o nome da universidade na qual desenvolveu sua pesquisa.



**Eletrodo conectado à folha metálica interna.**

**Uma corrente faz a conexão do eletrodo com a folha.**

**Folha metálica externa.**

**Garrafa de Leyden**

Fonte: adaptado de:  
[https://commons.princeton.edu/motorcycledesign/wp-content/uploads/sites/70/2018/07/leyden\\_jar\\_1.png](https://commons.princeton.edu/motorcycledesign/wp-content/uploads/sites/70/2018/07/leyden_jar_1.png)

# História dos capacitores

- Até o final do século XIX, a unidade de medida para a capacidade desses dispositivos era dada por “garrafas”, sendo que, posteriormente, com novas descobertas no campo da ciência, culminaram com o advento da invenção do rádio (cujos circuitos utilizavam-se dos princípios da capacitância extensivamente) e a invenção de novos tipos de capacitores, menores e também mais eficientes, veio a necessidade de se adotar uma nova e mais conveniente nomenclatura.
- Assim, adotou-se a medida baseada em Farads, cujo nome é em homenagem ao cientista inglês Michael Faraday.



**Michael Faraday**

# Carga elétrica e capacitância

- Podemos definir capacitância como a habilidade que um corpo tem de armazenar energia elétrica. Tal propriedade (que passaremos a chamar daqui em diante de capacitância) é medida em Farad e, segundo o Sistema Internacional de Medidas, é equivalente ao valor de 1 Coulomb/Volt (C/V).
- Assim, segundo HAYT JR (1974), “a capacitância é a grandeza escalar que mede a capacidade de armazenamento de energia em dispositivos e equipamentos elétricos, relacionando carga com diferença de potencial”.

# Carga elétrica e capacitância

- Em uma linguagem mais simplificada, isso quer dizer que a capacitância de um capacitor será de 1 Farad quando uma carga elétrica equivalente a 1 Coulomb produzir uma diferença de potencial de 1 Volt entre duas placas metálicas isoladas entre si.

Dessa forma, podemos sumarizar essa relação por meio da fórmula matemática:

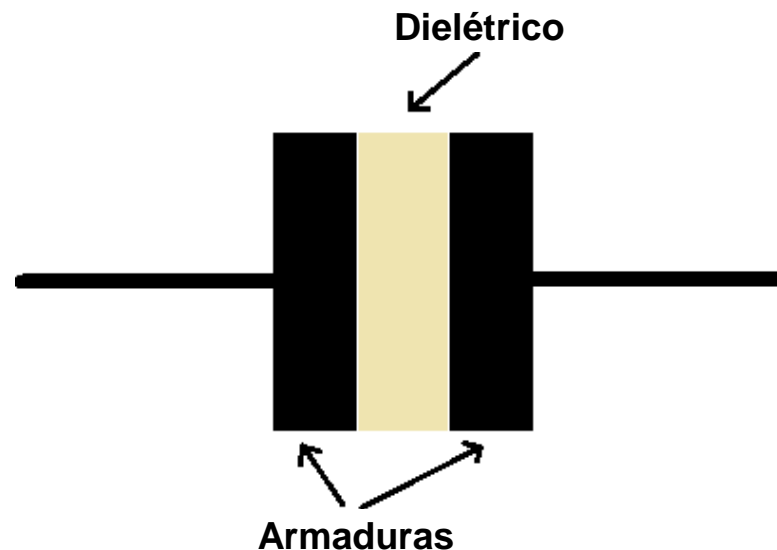
$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

- No qual C é o valor da capacitância, expressa em Farads, q é a carga elétrica armazenada em Coulombs e  $\Delta V$  é a diferença de potencial (tensão elétrica), expressa em Volts.



# Carga elétrica e capacitância

- Todo capacitor é formado por duas placas (chamadas de armaduras), separadas entre si por um material isolante (dielétrico), sendo que a capacitância é dada pela relação entre a área das armaduras (que a rigor são idênticas), seu afastamento entre si e também a rigidez dielétrica do material empregado como isolante entre elas.
- Dessa forma, podemos afirmar que a capacitância de um capacitor será diretamente proporcional à área de suas armaduras, ao mesmo tempo que será inversamente proporcional ao seu afastamento ou à influência do material dielétrico que se encontra entre elas.



**Estrutura de um capacitor.**

# Valores dos capacitores

- É importante considerar que 1 Farad é um valor de capacitância muito grande, sendo que capacitores com valores próximos, iguais ou superiores a esse, são destinados apenas a aplicações muito específicas, ficando os valores nominais mais comuns relegados à faixa dos submúltiplos do Farad, como o microfarad ( $\mu F$ ), o nanofarad ( $nF$ ) e o picofarad ( $pF$ ).

Submúltiplo	Símbolo	Multiplicador	Expoente
Microfarad	$\mu F$	X 0.000001	X 10-6
Nanofarad	$nF$	X 0.000000001	X 10-9
Picofarad	$pF$	X 0.000000000001	X 10-12

Fonte: autoria própria.

# Tolerâncias nos capacitores

- Normalmente, são utilizadas letras para referir-se à precisão dos capacitores, sendo essas tolerâncias, normalmente, bem maiores que nos resistores.

Letra	Valor de tolerância
B	$\pm 0.1\%$
C	$\pm 0.25\%$
D	$\pm 0.5\%$
F	$\pm 1\%$
G	$\pm 2\%$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$
P	+100% / -0%
Z	-20% / +80%

## Tensão de operação

- Por possuírem duas armaduras separadas por um dielétrico, é a capacidade de isolação elétrica dele que influirá na maior tensão que o capacitor poderá suportar, sendo que esta pode estar situada em uma faixa que normalmente vai de alguns poucos volts até muitos kilovolts.
- Logo, um capacitor para uma tensão de isolação maior que a presente em um circuito será sempre ideal para funcionar nele, mas nunca o contrário.

## Interatividade

Ele é o valor de capacitância que, quando submetido a uma carga elétrica de 1 Coulomb, produzirá sobre as armaduras do capacitor uma diferença de potencial de 1 Volt.

Qual é esse valor?

- a) 0,1 Farad
- b) 1 Farad
- c) 10 Farads
- d) 1 Microfarad
- e) 1 Nanofarad

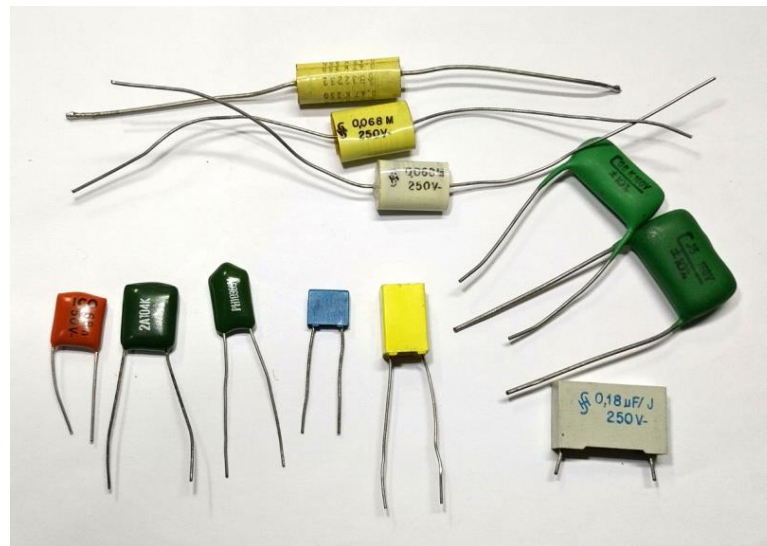
## Resposta

Ele é o valor de capacitância que, quando submetido a uma carga elétrica de 1 Coulomb, produzirá sobre as armaduras do capacitor uma diferença de potencial de 1 Volt.  
Qual é esse valor?

- a) 0,1 Farad
- b) 1 Farad**
- c) 10 Farads
- d) 1 Microfarad
- e) 1 Nanofarad

# Capacitores de poliéster

- Esses capacitores são fabricados utilizando duas finíssimas e muito longas tiras de papel alumínio, isoladas entre si por mais duas tiras de um filme dielétrico feito de poliéster de pequeníssima espessura.
- Possuem uma construção robusta e de tamanho que varia bastante, consoante seu valor e tensão de isolação. Sua capacitância pode ir desde alguns nanofarads até não mais que uma dezena de microfarads, uma vez que para valores acima disso seu tamanho vai aumentando e tornando-se progressivamente desvantajoso.
- Possuem isolações a partir dos 50V até cerca de 1.600V, o que os torna aptos a operarem em circuitos em que altas tensões se fazem presentes.



## Capacitores de poliéster

Fonte: autoria própria.

# Capacitores cerâmicos

- Sua construção é feita utilizando-se um substrato de material cerâmico, sobre o qual são depositadas (usualmente por eletroplaqueamento), uma de cada lado, duas armaduras metálicas.
- Um par de lides é soldado sobre as armaduras e, posteriormente, o capacitor recebe uma cobertura, que pode ser à base de uma cerâmica muito similar à utilizada em seu interior, ou de epóxi.
- São disponíveis em valores que podem ir desde 1pF até pouco mais de 100nF, com tensões de trabalho que podem atingir 1,2 ou até 5KV de trabalho.

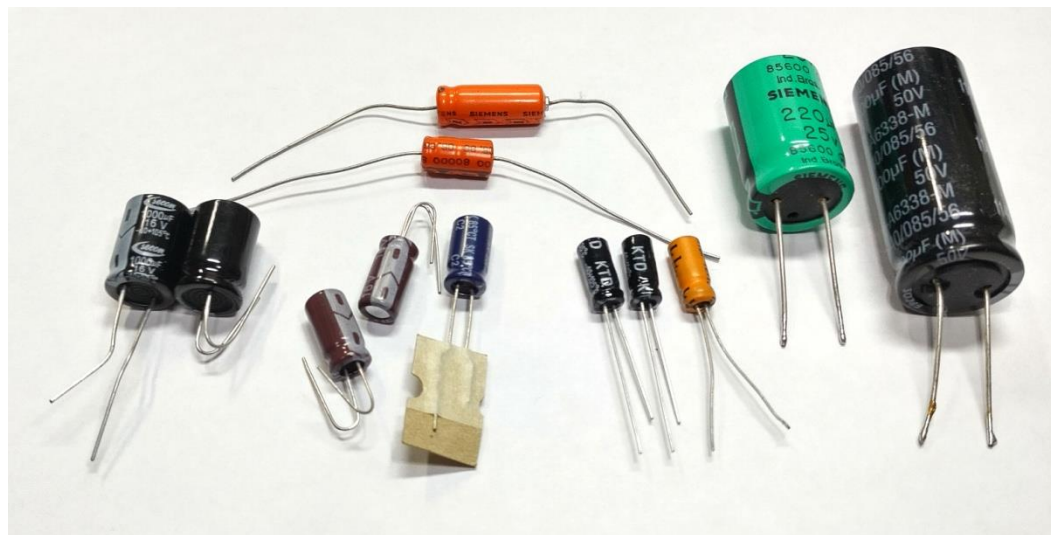


**Capacitores cerâmicos**



# Capacitores eletrolíticos

- São manufacturados de forma semelhante aos capacitores de poliéster, utilizando duas longas e finas folhas de alumínio sobrepostas de forma intercalada com mais duas folhas de dielétrico, sendo aqui utilizado um papel besuntado em uma espécie de pasta com propriedades eletrolíticas.
- Seus valores podem ir de algumas centenas de nanofarads até muitos milhares de microfarads.
- Sua tensão de trabalho, contudo, não é muito alta, sendo que os maiores valores disponíveis estão em torno de 450 ou 500V, o que pode representar um fator limitante em projetos em que tensões maiores que essas estejam presentes.

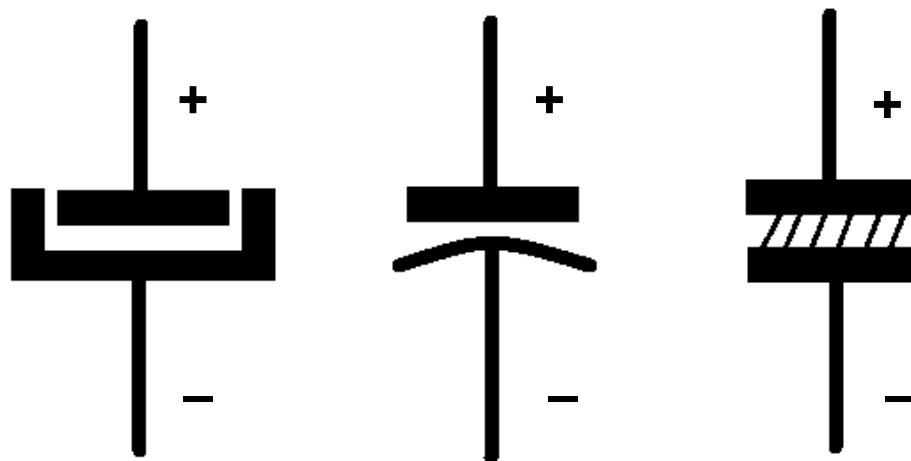


**Capacitores  
eletrolíticos**

Fonte: autoria própria.

# Polaridade nos capacitores eletrolíticos

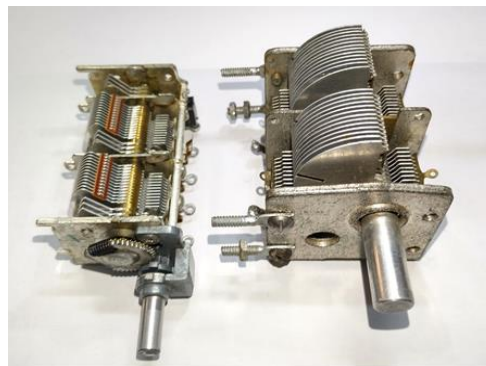
- Os capacitores eletrolíticos, diferentemente dos demais, são polarizados sempre obedecendo aos polos positivo e negativo do circuito em que serão instalados.
- Quando ligado com polaridade invertida, o capacitor se comporta como um curto-circuito.
- A não observância desse detalhe irá produzir um aquecimento excessivo no capacitor, produzindo muita fumaça e podendo causar a explosão do capacitor, isso sem falar em avarias em outros componentes do circuito.



**Símbolos dos  
capacitores  
eletrolíticos**

# Capacitores variáveis

- Os valores de capacitância dos capacitores variáveis podem ser ajustados dentro de uma certa faixa, permitindo, assim, que os parâmetros de um determinado circuito sejam modificados com facilidade.
- Podem ser feitos com várias chapas de alumínio, em parte afixadas a um eixo rotor e em parte fixas à sua carcaça.
- A variação da posição dessas chapas (que jamais se tocam), aproximando-as e afastando-as umas das outras, provoca uma variação de capacitância que permite ir de alguns picofarads até quase 1nF.



**Capacitores variáveis**



**Símbolo**

Fonte: autoria própria.

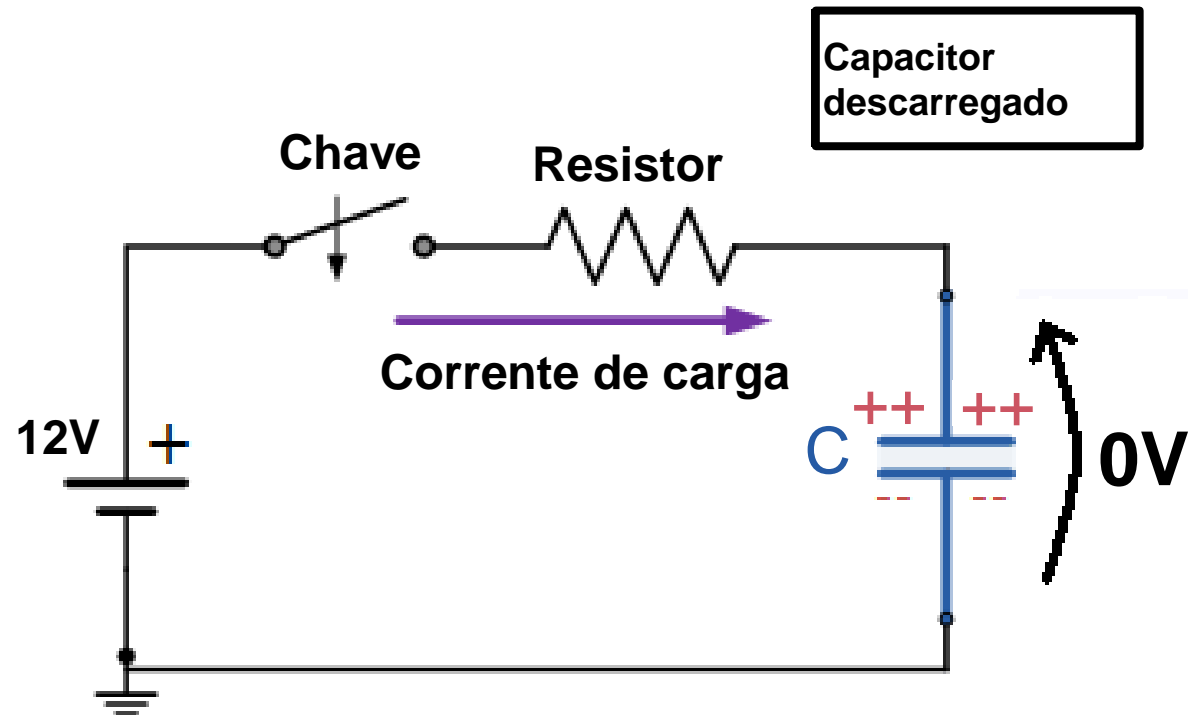
# Outros capacitores

Capacitores para usos específicos:

- Tântalo.
- Supercapacitores.
- Capacitores de papel.
- Capacitores de mica.
- Capacitores à óleo.

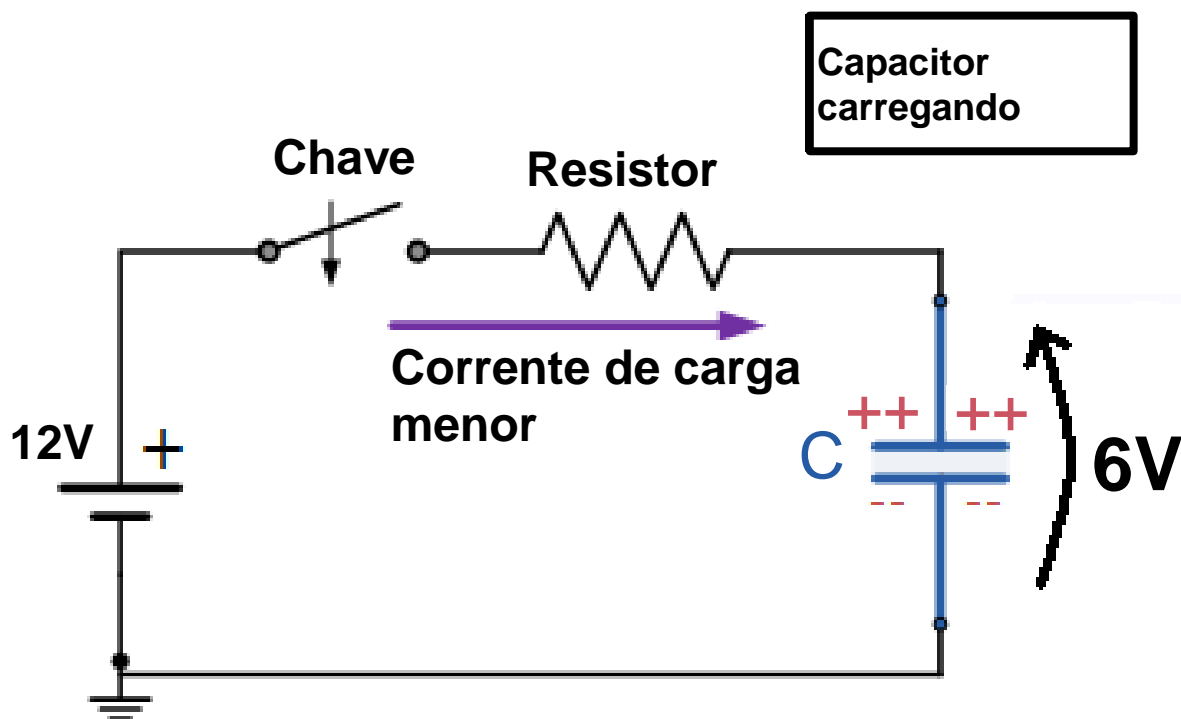
# Carga e descarga

- No circuito, temos um capacitor descarregado.
- O resistor em série limita a corrente de carga.
- No momento em que pressionamos a chave, o capacitor começará a carregar e irá comportar-se como um curto, sendo a corrente circulante a máxima permitida pelo resistor.



# Carga e descarga

- À medida que o capacitor vai ficando carregado, a corrente de carga vai decrescendo, ao passo que o capacitor passa a armazenar uma tensão cada vez maior sobre si, por exemplo, 6 Volts.



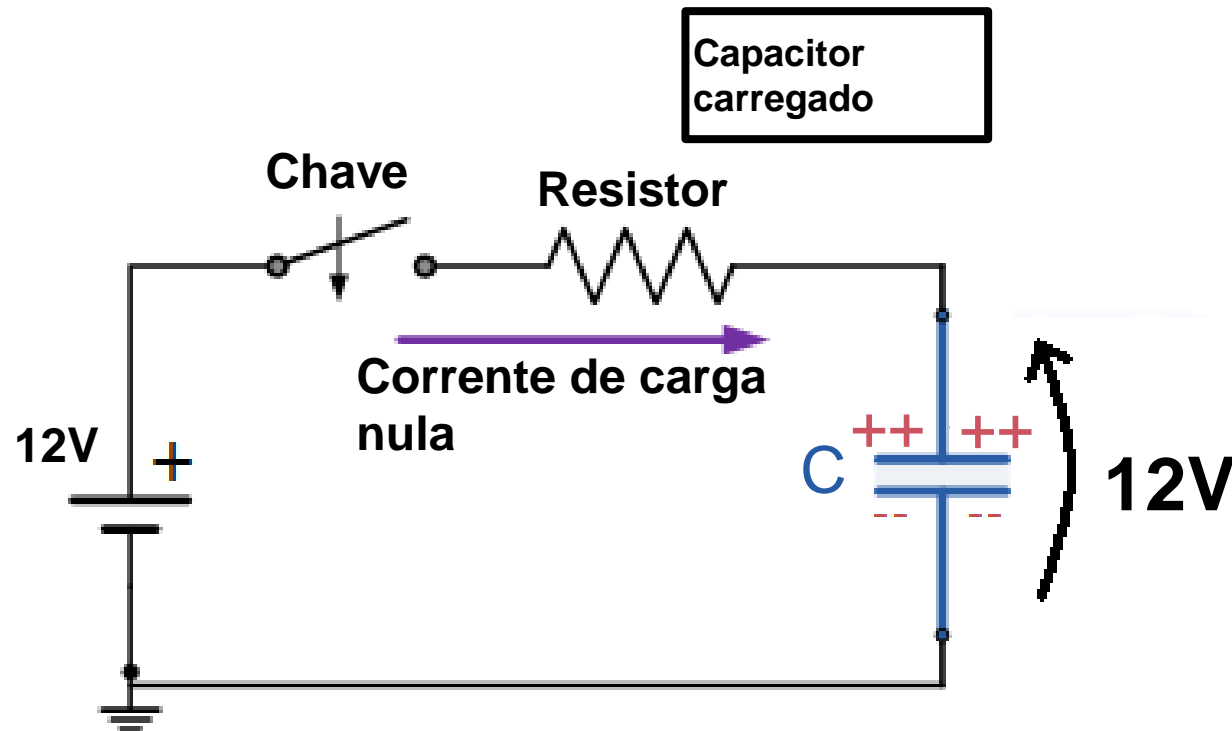
Fonte: autoria própria.

# Carga e descarga

- Uma vez carregado, o capacitor passará a ter toda a tensão da fonte sobre si, sendo a corrente de carga nula, e só poderá receber nova carga se for descarregado.

O tempo para o capacitor carregar-se é curto e é determinado:

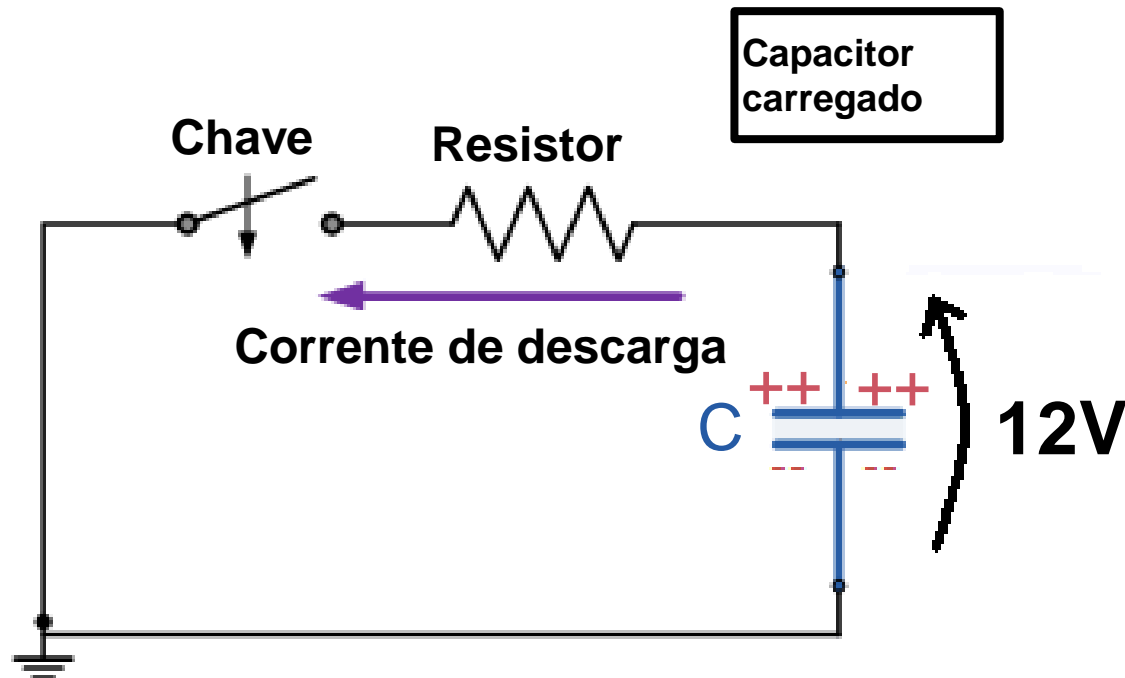
- Pelo valor do capacitor (maior capacitância, mais lenta a carga/menor, mais rápida).
- Pelo valor do resistor (maior resistência, mais lenta a carga/menor, mais rápida).



Fonte: autoria própria.

# Carga e descarga

- Para a descarga, note que a bateria foi dispensada, visto que a carga encontra-se no capacitor.
- Ao premir-se a chave, colocam-se em curto os terminais do capacitor através do resistor, iniciando-se, assim, sua descarga através dele.

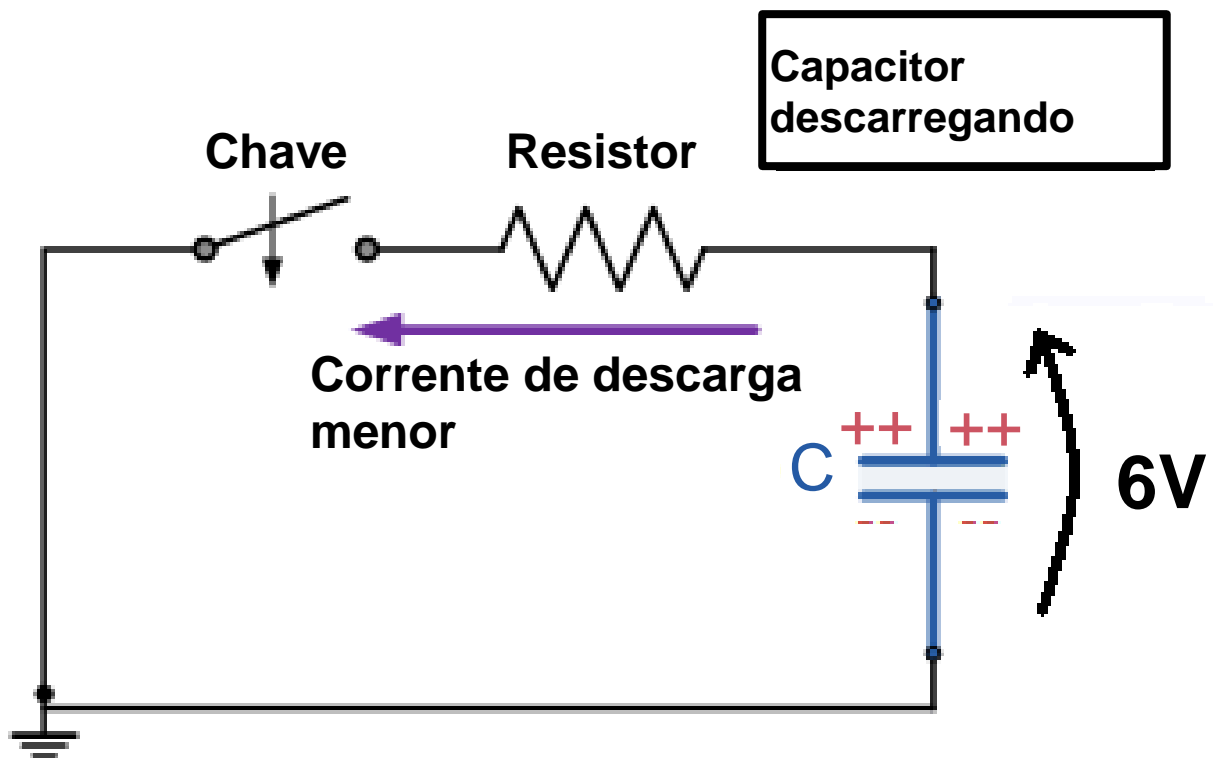


Fonte: autoria própria.



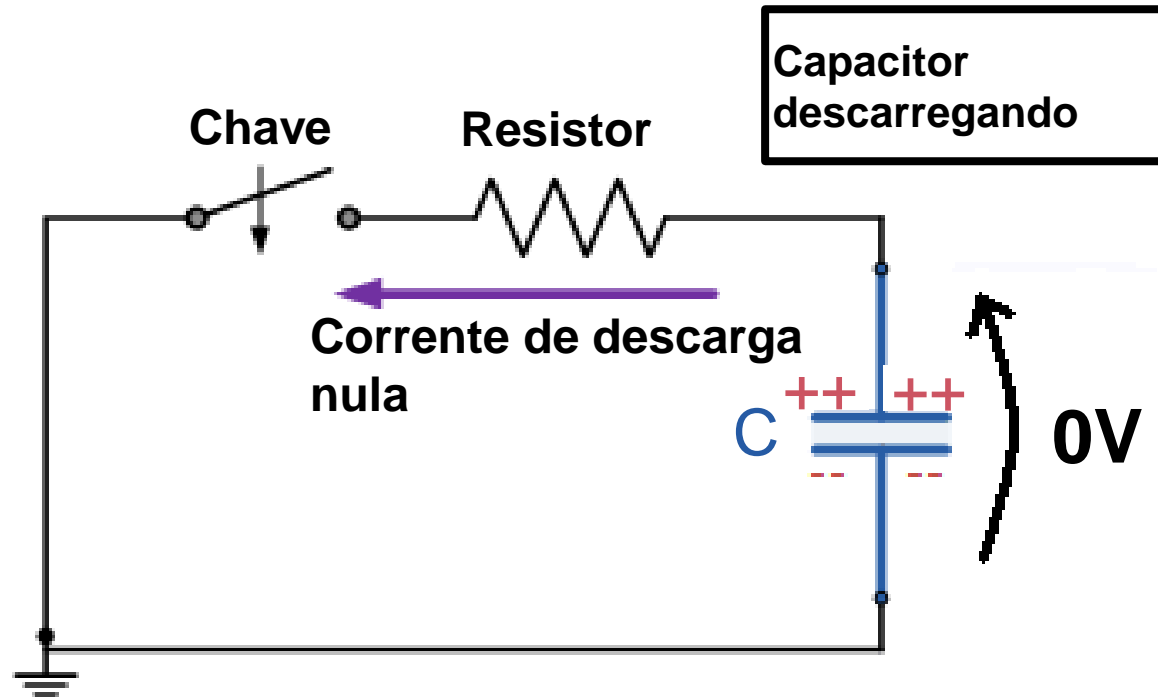
# Carga e descarga

- À medida que o capacitor vai se descarregando, a corrente de descarga vai também caindo, bem como a tensão que ele tem sobre si.



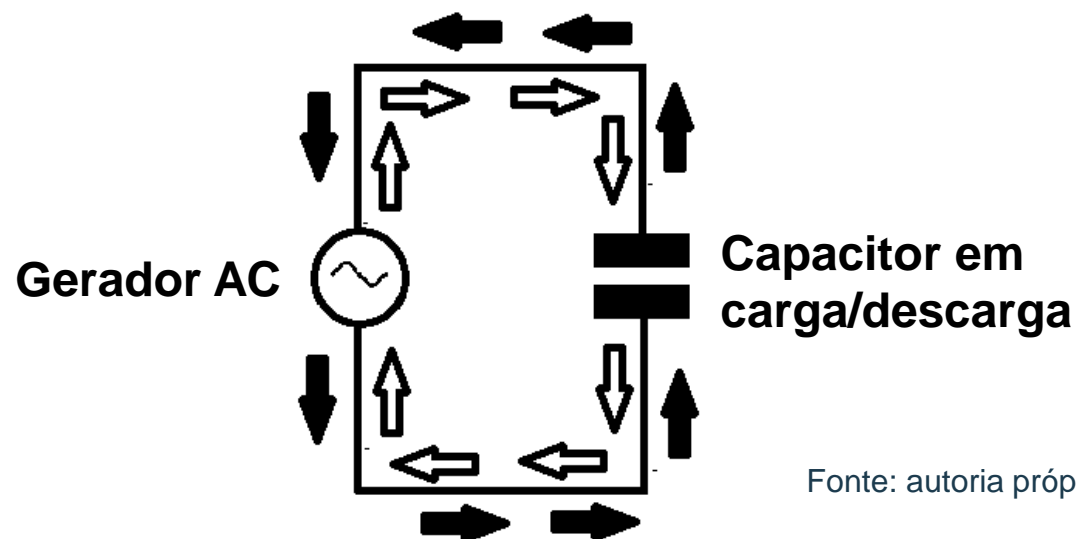
# Carga e descarga

- Uma vez descarregado, a corrente é nula, bem como a tensão sobre o capacitor.
- Novamente, a rapidez do processo dependerá dos valores do capacitor e do resistor.
- Sem resistor, o capacitor irá descarregar-se em uma fração de segundo, com um pequeno estalo ou faísca, o que não é muito bom para o componente.



# Capacitores em corrente alternada

- Quando submetidos à corrente alternada, os capacitores comportam-se de forma completamente diferente do que quando são submetidos à corrente contínua.
- Isso ocorre porque, ao mesmo tempo que os capacitores conseguem bloquear a corrente contínua de forma muito eficaz, como a corrente alternada irá apresentar uma mudança constante em seu sentido ao longo do tempo, ela irá submeter o capacitor a uma condição constante de carga e descarga, fazendo com que ele permita a passagem de corrente alternada, muito embora oferecendo a ela ainda alguma limitação.
- A essa limitação, que faz com que o capacitor comporte-se de forma semelhante a um resistor nessas condições, damos o nome de reatância capacitiva.



**Capacitor em  
corrente alternada**

Fonte: autoria própria.

# Associação de capacitores

Para capacitores associados em paralelo, podemos considerar que a capacitância equivalente será igual à soma de todas as capacitâncias presentes no circuito, conforme a fórmula:

$$C_{eq} = C1 + C2 + .. + Cn$$

- Na qual  $C_{eq}$  será o valor da nossa capacitância equivalente à associação paralela e  $C1$ ,  $C2$  e  $Cn$  serão os valores dos capacitores, respectivamente.

# Associação de capacitores

Para capacitores associados em série, podemos considerar a mesma fórmula que utilizamos para a associação de resistores em paralelo:

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

- Na qual  $C_{eq}$  será o valor da capacitância equivalente à associação em série e  $C1$ ,  $C2$ , e  $Cn$  serão os valores dos capacitores, respectivamente.

Para uma maior simplificação no entendimento, podemos considerar a fórmula já invertida da seguinte maneira:

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

# Defeitos dos capacitores

- Fuga.
- Curto-circuito.
- ESR (Resistência Série Parasita) elevada.

**Capacitores eletrolíticos com vazamento e ESR alta.**



## Interatividade

Para dois capacitores de 100nF (nanofarads) associados em série, qual será o valor da capacitância equivalente obtida?

- a) 1.000nF
- b) 500pF
- c) 50nF
- d) 500nF
- e) 200nF

## Resposta

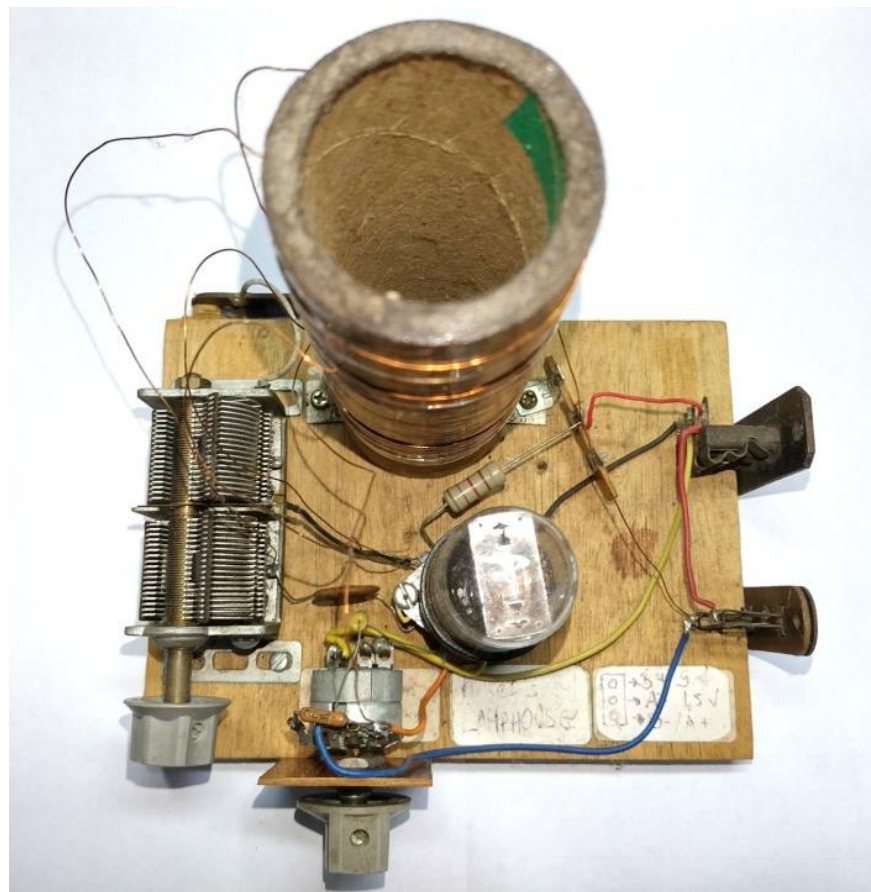
Para dois capacitores de 100nF (nanofarads) associados em série, qual será o valor da capacitância equivalente obtida?

- a) 1.000nF
- b) 500pF
- c) 50nF
- d) 500nF
- e) 200nF



# Construção de circuitos “Breadboard”

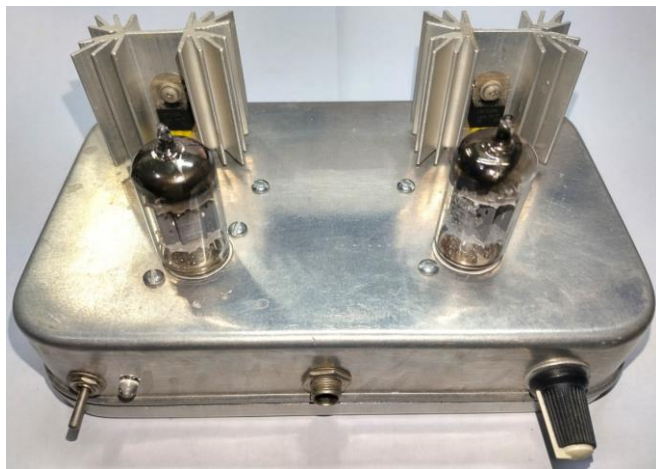
- No método “*Breadboard*” (ou “tábua de pão”), utiliza-se uma simples tábua de madeira como base para o circuito, aparafusando-se os componentes maiores a ela e fazendo-se a ligação entre eles com fio nu; de cobre; rígido; que, por sua capacidade de ficar indefinidamente na mesma posição, tem também o papel de sustentar os demais componentes menores.



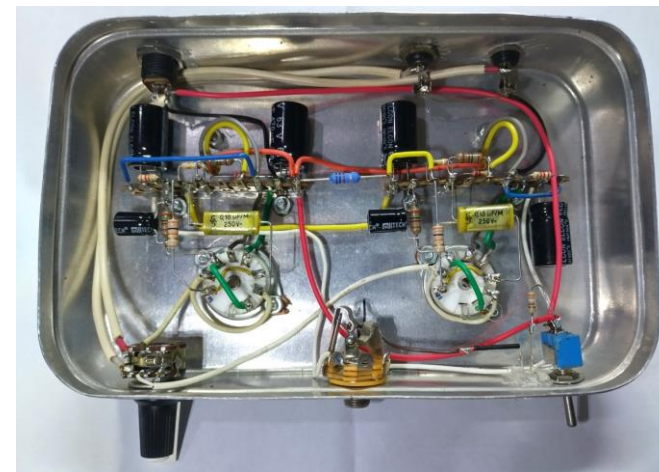
**Receptor de rádio em montagem *breadboard*.**

# Montagem ponto a ponto clássica

- Nesse tipo de montagem, os componentes maiores são afixados a um chassi de metal – feito especialmente em chapa de aço, alumínio, lata ou mesmo cobre – sendo esse chassi aterrado junto ao resto do circuito, o que confere a ele uma grande imunidade à captação de ruídos espúrios externos, algo muito presente em montagens feitas em tabuleiro aberto.
- Podem ser utilizados materiais alternativos, como chassi, assadeiras, merendeiras, latas de goiabada etc.



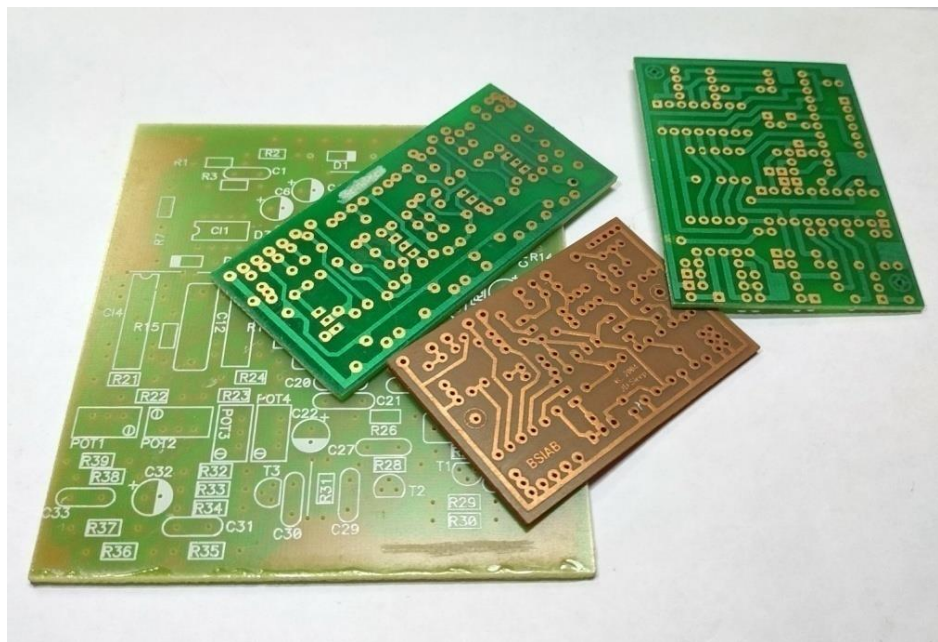
Fonte: autoria própria.



**Montagem ponto a ponto em uma merendeira de alumínio.**

# Circuitos impressos

- No circuito impresso, toda a montagem é feita sobre uma placa de fenolite – ou material isolante semelhante, como o composite, celeron ou fibra de vidro – que possui apenas um, ou seus dois lados cobertos por uma fina folha de cobre.
- Tal folha de cobre pode ser manipulada – cortada ou corroída – para formar o padrão de trilhas de ligação dos “fios” que interligam os componentes, sendo que eles serão soldados posteriormente a essas trilhas, fornecendo fixação mecânica e, ao mesmo tempo, ligação elétrica entre as diversas partes do circuito.

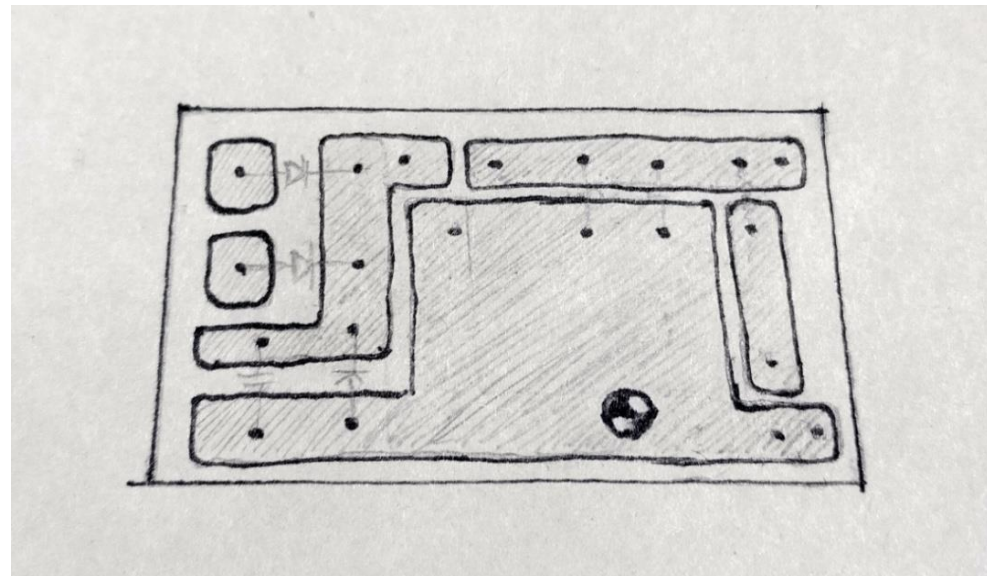


**Placas de circuito impresso**



# Fabricação caseira de circuitos impressos

- Fazer placas de circuito impresso em casa não é tarefa complicada, basta que se tenha à mão alguns poucos materiais fáceis de adquirir, e em sua grande maioria relativamente baratos, além de um pouco de paciência e mão firme para executar as tarefas de desenhar, furar e depois soldar.
- Para esse processo começamos com o desenho do padrão cobreado da placa de circuito impresso. Esse desenho pode ser obtido já pronto na internet ou em alguma revista especializada, uma vez que normalmente essas fontes já trazem todos os detalhes de construção bem detalhados, mas caso ele não exista ainda você poderá desenhá-lo.



**Desenho do  
padrão cobreado**

Fonte: autoria própria.

# Fabricação caseira de circuitos impressos

- O próximo passo será preparar para transferir o desenho para a placa. As placas de fenolite podem ser compradas já cortadas em diversos tamanhos, mas por questões de economia e praticidade é importante que possamos cortá-las também a nosso gosto, o que permite adquirir um pedaço de fenolite cobreado maior e ir cortando pedaços dele, de acordo com a necessidade do momento.
- O aspecto das ferramentas usadas para cortar as placas de circuito impresso pode ser visto abaixo.

## Buril e régua



Fonte: autoria própria.

# Corte da placa de circuito impresso

- Para cortar a placa no tamanho correto, basta posicioná-la entre as duas metades da régua, fixando-a no lugar com o parafuso. A seguir, com o buril, é feito um forte risco em cada um dos lados da placa. Vale a pena repetir esse processo umas dez vezes em cada lado, garantindo, assim, que a placa se quebrará no exato ponto que desejamos. Feito isso, basta “dobrar” a parte que foi riscada para um dos lados e o fenolite deverá se dividir em duas partes, seguindo o risco que foi feito.
- Quaisquer cantos aguçados e irregularidades do corte poderão ser eliminados a seguir com uma lixa nº 200 ou similar.

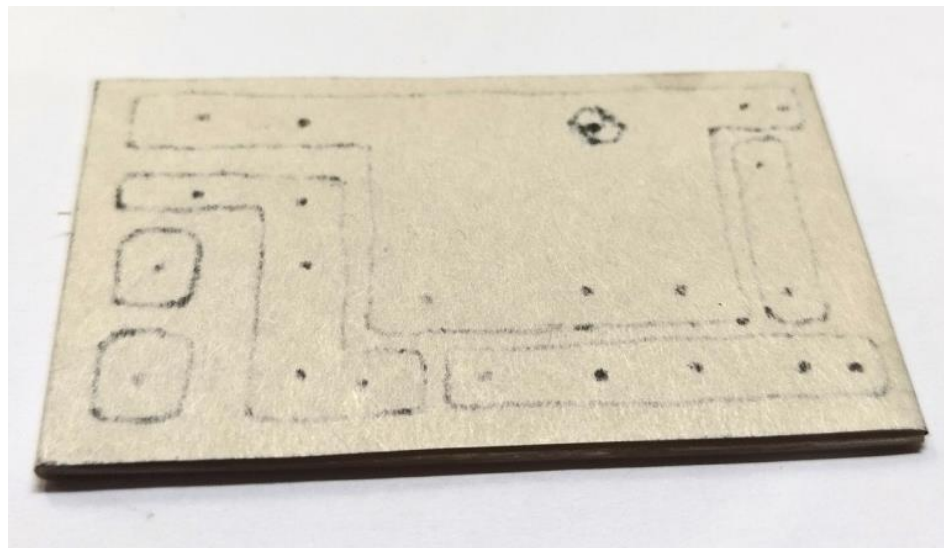


**Corte de uma placa de circuito impresso.**

# Transferência do desenho para a placa

A seguir, temos a placa pronta para a transferência do desenho. Isso pode ser feito de diversas formas, e o aluno pode escolher a que mais lhe agrada:

- desenhar livremente as trilhas do padrão cobreado;
- transferir o padrão do desenho com papel carbono;
- utilizar processo de transferência fotoquímico; ou
- utilizar processo de transferência por toner de impressão *laser*.



**Posicionamento  
do desenho a ser  
transferido sobre  
a placa.**



# Furação

- A seguir, a placa deve receber os furos correspondentes às ilhas onde serão soldados os seus componentes utilizando o desenho do padrão colado sobre a placa como referência.
- Isso nos ajudará depois a desenhar as trilhas entre esses pontos de referência com boa precisão.
- Essa furação pode ser feita mediante o uso de uma microrretífica, dotada de uma broca de aproximadamente 1mm de diâmetro, ou utilizando um furador manual de placas.

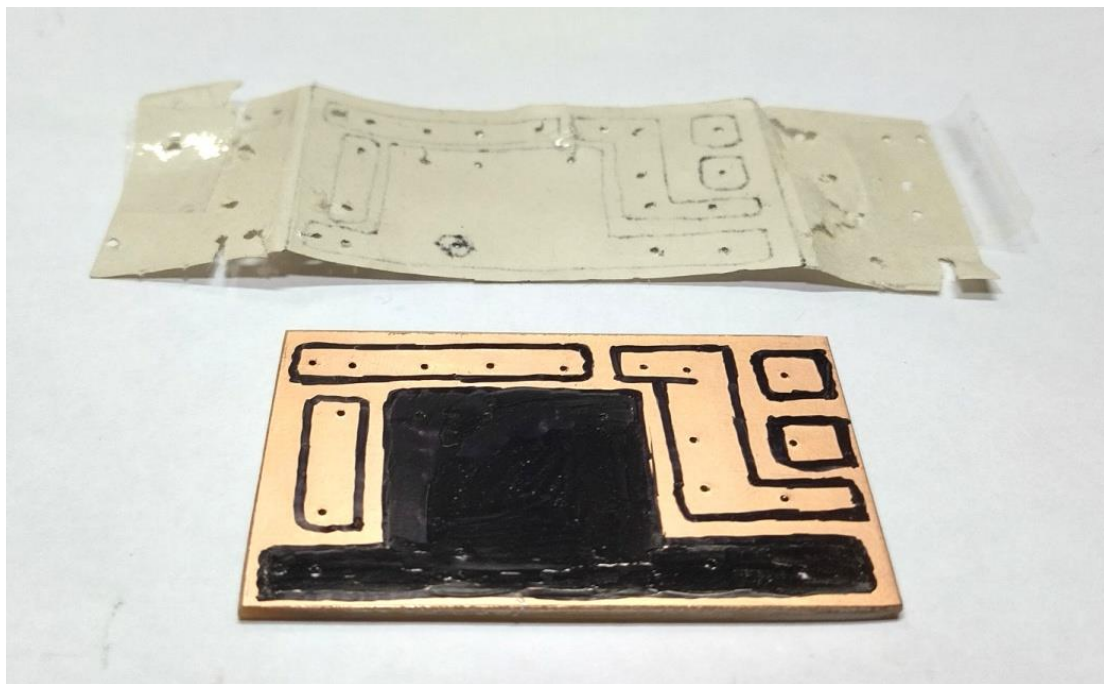


**Perfurador manual de placas de circuito impresso.**



# Desenho do padrão cobreado na placa

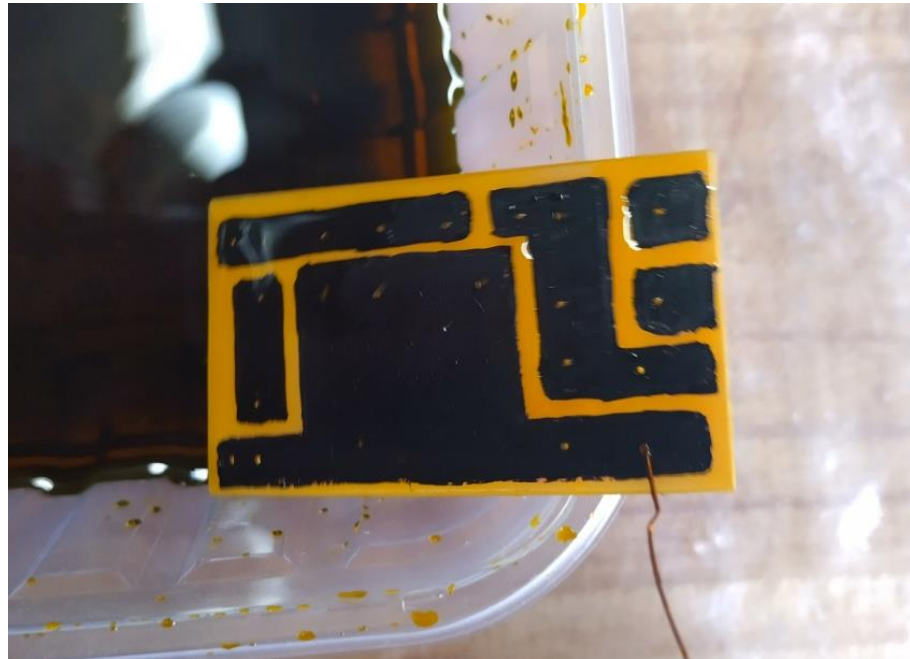
- Para traçar as trilhas da placa, pode-se utilizar um pincel fino e esmalte de unhas, ou uma caneta tipo retroprojektor, que permite traçar linhas precisas e limpas.
- Recomenda-se que se utilize a cor preta para o marcador permanente, uma vez que essa tinta resiste melhor ao processo de corrosão, que será feito a seguir.
- Podem-se combinar canetas de traço fino com as de traço grosso para o preenchimento de áreas maiores.



**Traçado das trilhas na placa.**

# Corrosão da placa

- Para corroer a placa, pode-se utilizar qualquer produto líquido que ataque o cobre, sendo preferido para isso o percloroeto de ferro, que também pode ser adquirido em qualquer casa de eletrônica e pode ser manuseado com relativa segurança, observadas as precauções básicas evitando-se contato direto com a pele e os olhos.
- Basta que se coloque a placa dentro da solução de percloroeto, diluída conforme instruções do fabricante, preferencialmente com a face cobreada para baixo, deixando-a ali por alguns minutos.



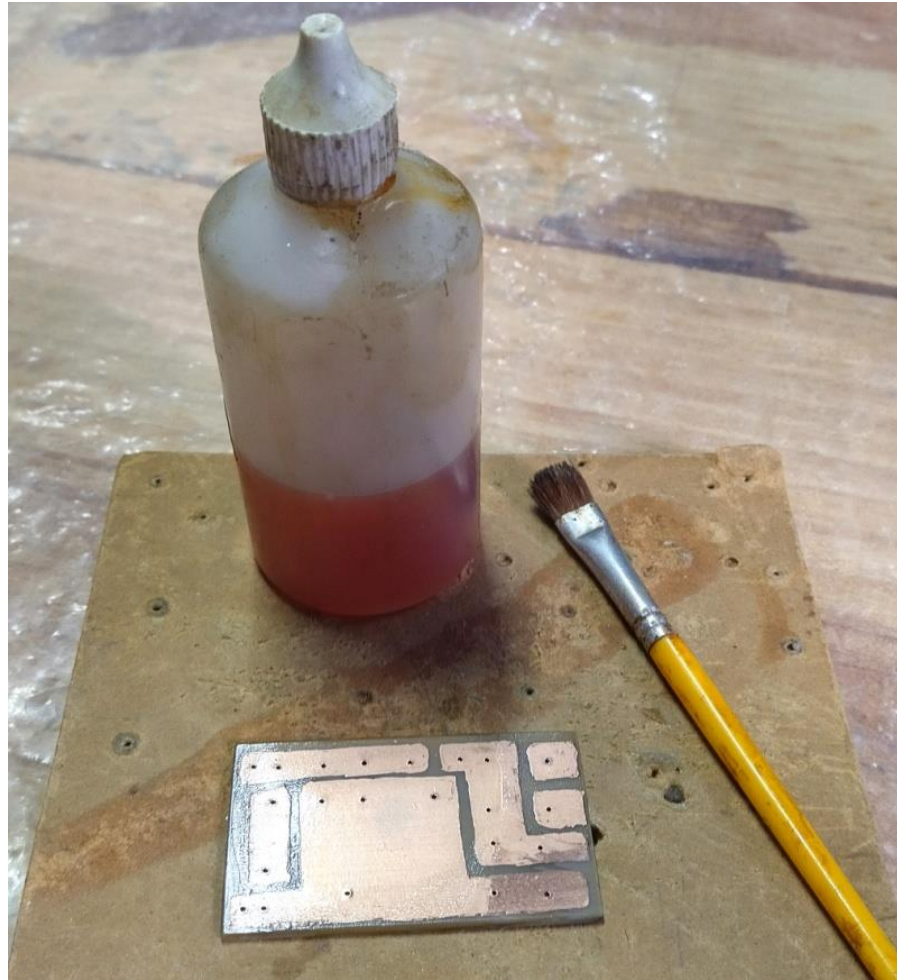
**Corrosão da placa com percloroeto de ferro.**

## Proteção da placa

- Uma vez finda a corrosão e seca a placa, ela deve ser limpa em sua face cobreada com palha de aço de forma a remover, assim, a cobertura de tinta sobre suas trilhas. Feito isso, a placa já apresentará seu aspecto final, necessitando apenas de uma cobertura de verniz protetor para que o cobre não se oxide.
- Tal verniz pode ser feito em casa com facilidade, bastando-se dissolver um pouco de breu, vendido em casas de construção, muito bem moído até ser reduzido a pó em um pouco de álcool de farmácia (92° ou superior).
  - No lugar do breu, pode ser usada também a goma-laca nacional em flocos, com a vantagem que esta se dissolve com muito mais facilidade e rapidez no álcool, ficando pronta para uso em poucos minutos, além de conferir ao cobre um acabamento escurecido muito bonito.

# Proteção da placa

- Este verniz não é tóxico e deve ser armazenado em um vidro bem tampado, sendo que, bem guardado, durará por muito tempo, podendo ser aplicado sobre a placa com um pincel macio.



**Aplicação de verniz à base de breu sobre a placa já pronta.**

Fonte: autoria própria.

## Interatividade

São dois materiais que, misturados ao álcool, permitem fazer o verniz para proteger as placas de circuito impresso. Quais são eles?

- a) Breu e mastique.
- b) Breu e goma-arábica.
- c) Breu e goma-laca.
- d) Goma-laca e óleo de linhaça.
- e) Goma-laca e asfalto.

## Resposta

São dois materiais que, misturados ao álcool, permitem fazer o verniz para proteger as placas de circuito impresso. Quais são eles?

- a) Breu e mastique.
- b) Breu e goma-arábica.
- c) **Breu e goma-laca.**
- d) Goma-laca e óleo de linhaça.
- e) Goma-laca e asfalto.

# A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

- A técnica de montagem das “Ilhas Manhattan” se baseia essencialmente no uso de uma placa de fenolite com sua face cobreada virada para cima, sendo que os componentes vão soldados diretamente sobre ela.
- Para os pontos de solda, pequenas “ilhas” são cortadas na superfície de cobre, isolando-as entre si e também do restante da placa, permitindo que atuem como ponte entre os componentes, sendo as lides destes utilizadas como fios de ligação.
  - Tal método permite montagens rápidas, com excelente qualidade e beleza. O aspecto final confere à montagem um aspecto que lembra uma série de ilhas no oceano – valendo a analogia com o nome das ilhas na costa leste dos Estados Unidos.



## A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

As ilhas podem ser produzidas de diversas formas, de acordo com o ferramental, habilidades e também com a paciência do montador, podendo ser:

- Escavadas na superfície cobreada de uma placa utilizando uma broca diamantada de 8 ou 10mm, montada em uma furadeira de bancada.
- Cortando as ilhas de um retalho de placa de fenolite e colando-as depois sobre a superfície de uma placa maior, sendo que esta passa a fazer apenas o papel de suporte e de aterramento, ficando todas as ligações a cargo das ilhas.
- Fazendo as ilhas de forma agrupada na placa, utilizando um estilete, uma goiva ou mesmo o próprio riscador utilizado para cortar placas.



# A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

- Esse último é o método mais simples e também o preferido do professor. Neste método, o aluno deva cercar-se sempre de algumas precauções para não machucar os dedos, uma vez que é necessário um pouco de força, além de ferramentas pontiagudas.

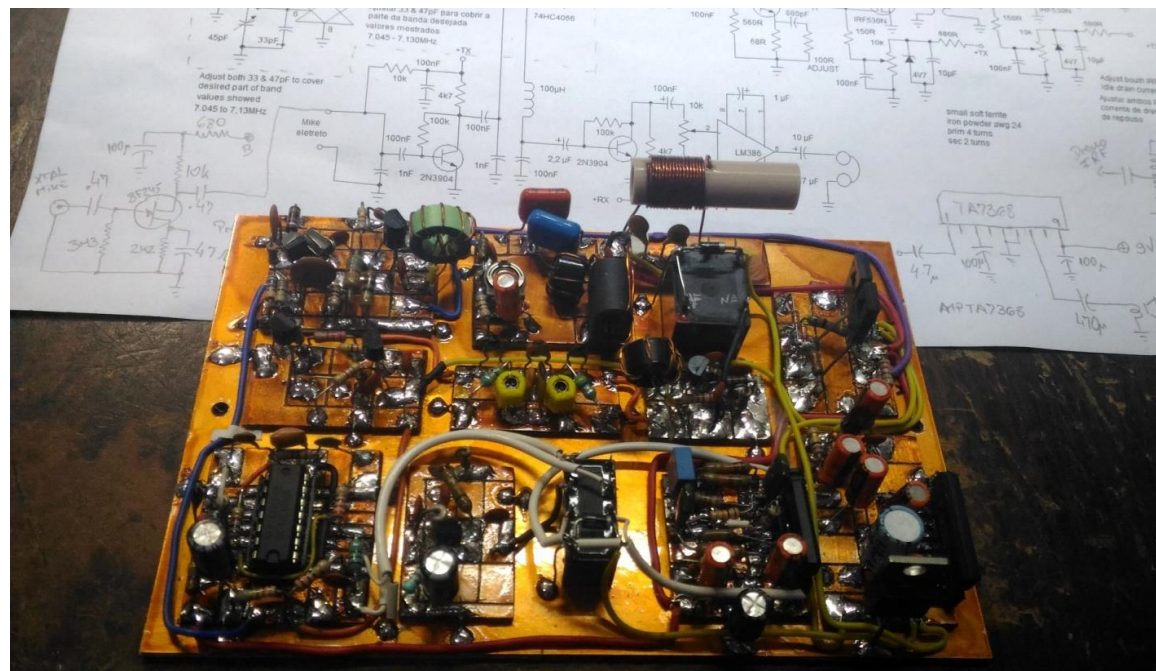
## Módulos de um receptor de rádio construídos pelo método “Ilhas Manhattan”.



# A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

- Posteriormente, tais módulos são afixados em uma placa maior, que os agrupa mecanicamente e lhes oferece uma ligação à terra comum, sendo as demais ligações feitas entre eles com fios finos e de seção adequada:

## Disposição dos módulos em uma placa maior.



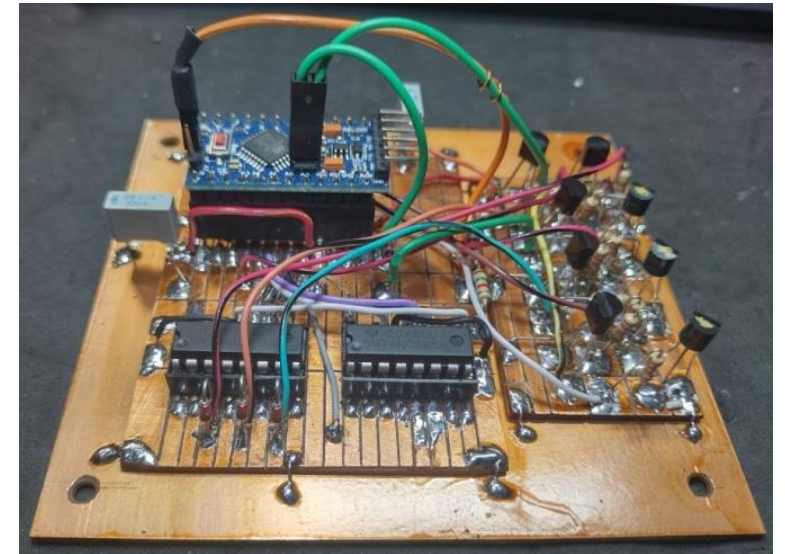
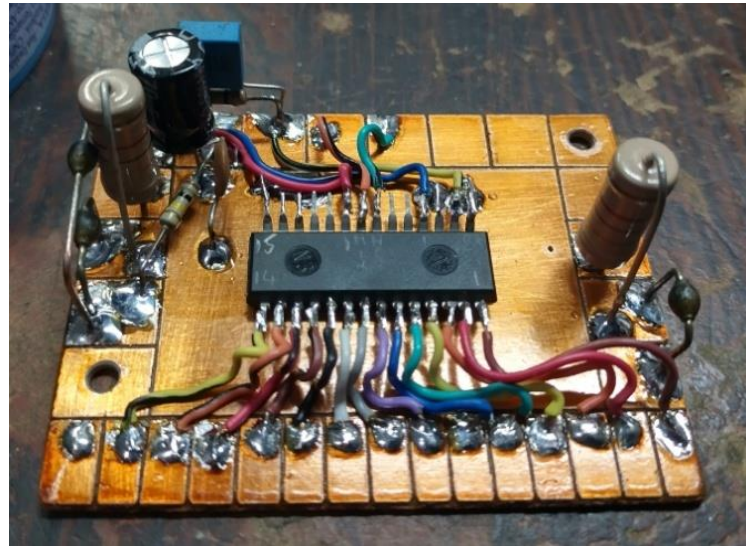
# A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

A utilização de circuitos integrados nesse tipo de montagem é possível, embora seja um tanto quanto laboriosa, uma vez que eles possuem pinos curtos e pouco espaçados. São duas as abordagens possíveis:

- Montar o circuito integrado de ponta-cabeça sobre a placa, colando sua parte superior à placa com cola e efetuando as ligações aos seus pinos diretamente com as lides dos demais componentes e solda – um método que é chamado “*dead bug*”.
- Cortar sobre a placa ilhas do tamanho adequado para soldar diretamente sobre elas o CI, que pode estar montado em um soquete ou não – esse método apresenta a vantagem de que o CI pode ser trocado facilmente.

# A construção de circuitos “Ilhas Manhattan”

- Montagem “*dead bug*” (esquerda) e com os CIs montados em soquetes, soldados às ilhas de tamanho adequado (direita).

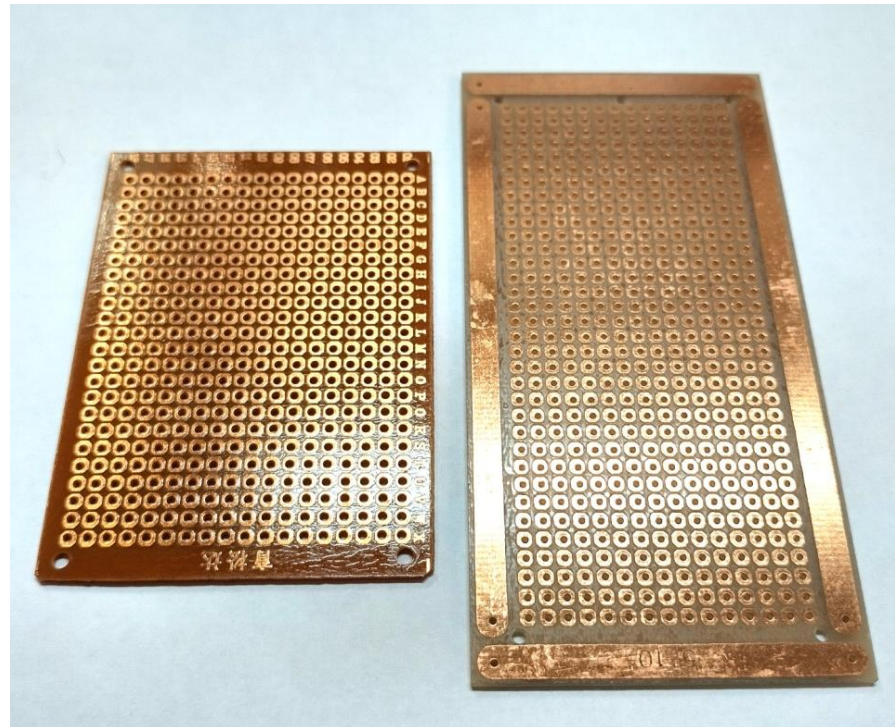


Fonte: autoria própria.



# Placas de circuito impresso padrão

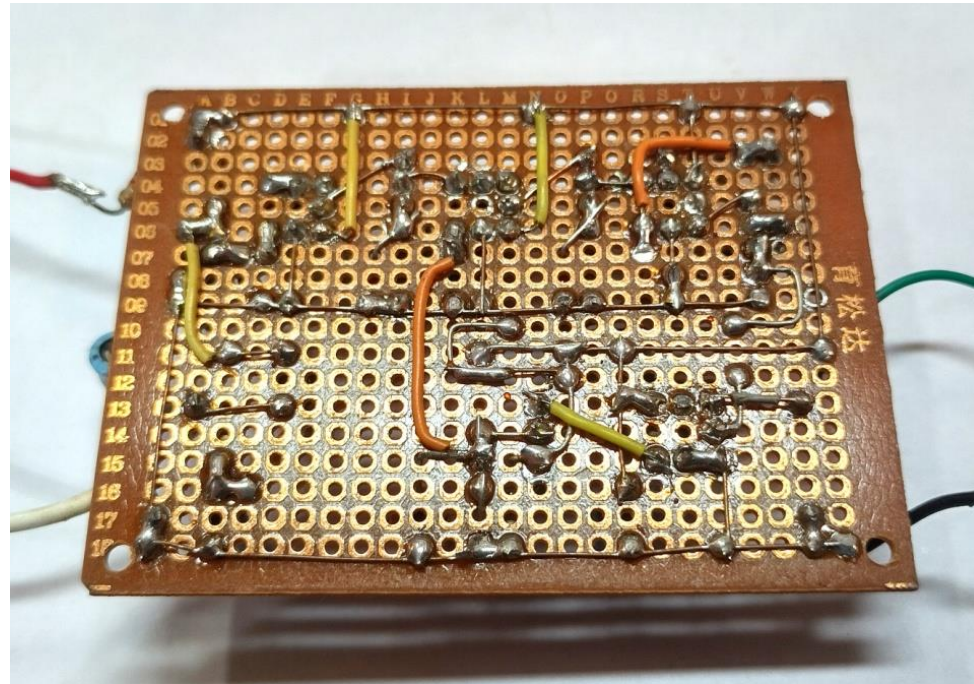
- Uma alternativa muitas vezes pouco mencionada entre as opções que existem entre os circuitos impressos e outras técnicas construtivas na eletrônica, mas que podem constituir um excelente aliado para montagens de protótipos de alta qualidade, são as chamadas placas padrão, também conhecidas como stripboard, ou veroboard entre os entusiastas.



**Placas com  
ilhas isoladas.**

# Placas de circuito impresso padrão

- Tais placas são feitas em fenolite, ou fibra de vidro cobreada, e são muito semelhantes às de circuito impresso tradicionais, com o diferencial de já virem perfuradas, corroídas e envernizadas de fábrica, em padrões que podem ir de simples ilhas individuais, sendo cada uma dotada de um furo no meio, até trilhas com diversos furos interligados, dispostas em diversos padrões e destinadas à montagem de diversos componentes diferentes, incluindo circuitos integrados.

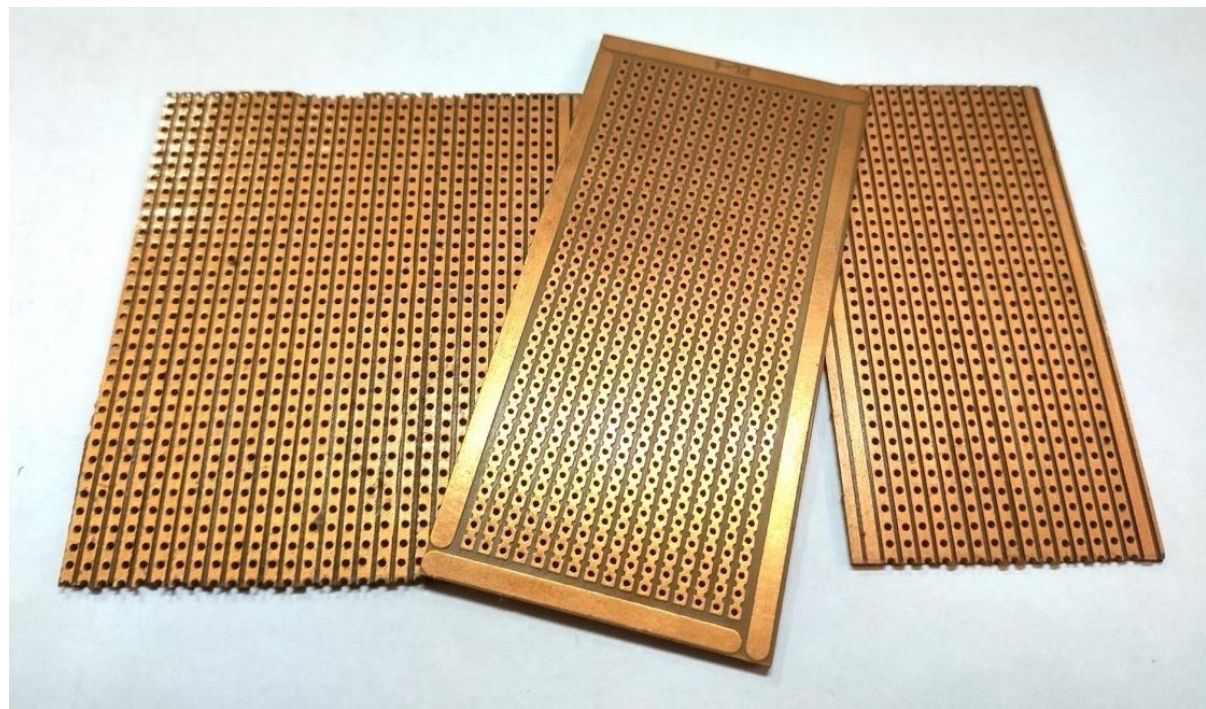


**Montagem em placa com ilhas isoladas.**

# Placas de circuito impresso padrão

- Algumas placas, em vez de possuírem simples ilhas isoladas, podem ser dotadas de trilhas em formatos diversos, como na figura abaixo, em que elas são interligadas de forma a prover uma sequência de trilhas paralelas.

## Placas com trilhas

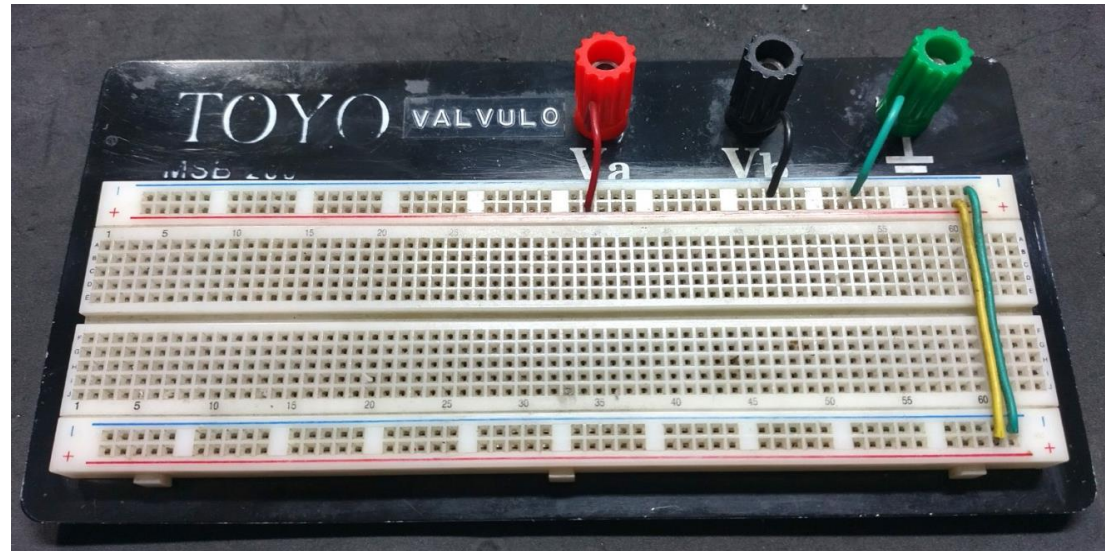


Fonte: autoria própria.



# Matrizes de contatos

- Permitem ao mesmo tempo rapidez, facilidade e também confiabilidade às montagens de protótipos sem solda.
- São chamadas “protoboards”, também sendo conhecidas como matrizes de contatos ou também simplesmente como placas de ensaio.
- Em seu interior, as matrizes de contatos possuem uma espécie de grade condutiva que, por ser dividida em vários setores, permite a conexão de diversos componentes entre seus múltiplos pontos, possibilitando, assim, a construção de circuitos bastante complexos sem a necessidade de solda.



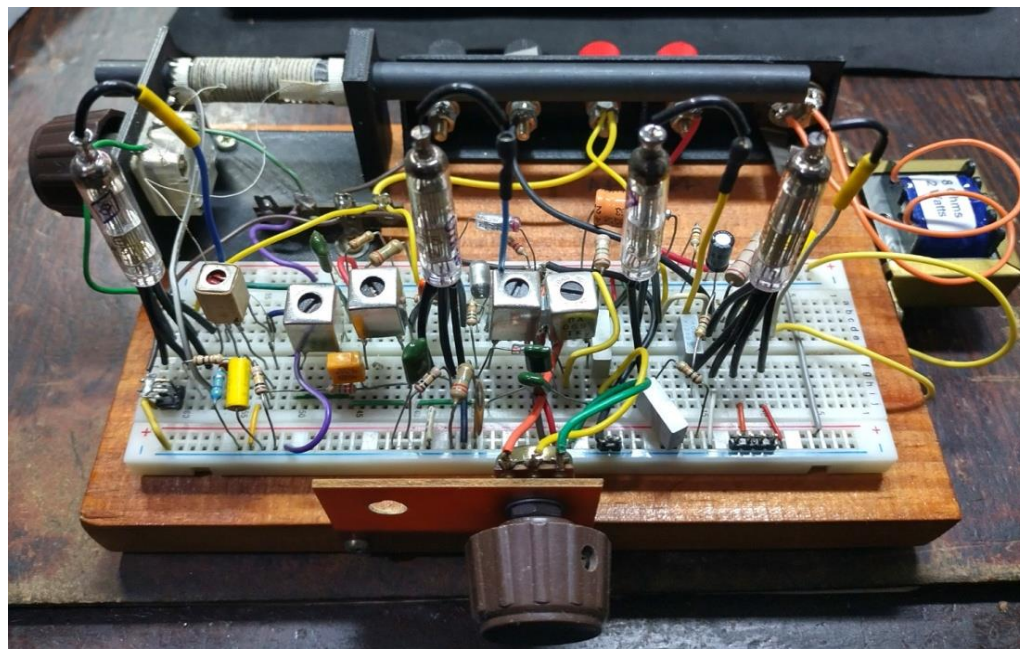
**Matriz de contatos  
“protoboard”.**



# Matrizes de contatos

- As protoboards podem ser adquiridas já montadas em bases de metal, com bornes para ligação de uma fonte de alimentação, ou soltas, permitindo, assim, que as utilizemos da forma mais adequada às nossas necessidades.

Assim, diversas implementações podem ser obtidas com suportes adequados ao tipo de componente que desejamos usar, conforme exemplo abaixo:



**Protoboard para circuitos de radiofrequência com válvulas subminiatura.**

Fonte: autoria própria.

# Interatividade

As placas padrão de circuito impresso são conhecidas por um dos nomes a seguir, indique a correta.

- a) Protoboard.
- b) Placa de ensaio.
- c) Chalkboard.
- d) Veroboard.
- e) PCB.

# Resposta

As placas padrão de circuito impresso são conhecidas por um dos nomes a seguir, indique a correta.

- a) Protoboard.
- b) Placa de ensaio.
- c) Chalkboard.
- d) Veroboard.
- e) PCB.

# Referências

- HAYT JR, H. W. *Engineering Eletromagnetics*. São Paulo: McGraw Hill, 1974.

**ATÉ A PRÓXIMA!**