



## Jornada Tech – Oficina 03 - Introdução à Eletrônica

1. Introdução
2. O que é Eletrônica?
3. Conceitos Fundamentais
  - 3.1. Corrente Elétrica
  - 3.2. Tensão (Voltagem)
  - 3.3. Resistência
  - 3.4. Lei de Ohm
4. Componentes Eletrônicos Básicos
  - 4.1. Resistores
  - 4.2. LEDs
  - 4.3. Capacitores
  - 4.4. Diodos
  - 4.5. Transistores
5. Instrumentos de Medição
  - 5.1. Multímetro
  - 5.2. Protoboard
  - 5.3. Fontes de Alimentação
6. Montagem de Circuitos Básicos
  - 6.1. Acendendo um LED com resistor
  - 6.2. Piscar LED com transistor
  - 6.3. Capacitor carregando e descarregando
7. Dicas de Segurança e Boas Práticas
8. Exercícios Propostos
9. Recursos Complementares





## Capítulo 1 – Introdução

### 1.1. O que é esta oficina?

Esta oficina é uma introdução prática à Eletrônica, pensada especialmente para estudantes que estão começando o curso de Engenharia da Computação. Você terá seu primeiro contato com conceitos que serão fundamentais para disciplinas futuras como Sistemas Digitais, Arquitetura de Computadores, Robótica e Sistemas Embarcados.

A proposta é explorar os fundamentos da eletricidade e eletrônica por meio de atividades simples, que ajudam a entender como funcionam os circuitos que estão presentes em quase tudo: celulares, placas-mãe, sensores, controles remotos, automação residencial e muito mais.

### 1.2. Por que aprender Eletrônica?

Na Engenharia da Computação, você não trabalha apenas com software. Muitos sistemas que desenvolvemos estão acoplados a dispositivos físicos — sensores, atuadores, processadores. Para fazer um LED piscar com um Arduino, controlar um motor ou até projetar um circuito de comunicação, é preciso entender o básico da eletrônica.

Alguns motivos para aprender eletrônica:

- Entender o mundo físico: como a corrente elétrica se move, como a tensão afeta componentes e como transformar eletricidade em ações (movimento, luz, som).
- Projetar soluções reais: integrar software com hardware para criar dispositivos interativos e úteis.
- Ganhar autonomia: não depender de terceiros para montar, testar ou consertar circuitos simples.
- Desenvolver raciocínio lógico: entender como diferentes partes de um sistema eletrônico interagem entre si.
- Abrir portas profissionais: áreas como IoT (Internet das Coisas), robótica, automação e eletrônica embarcada exigem domínio desses fundamentos.

### 1.3. O que você vai aprender?

Ao final da oficina, você será capaz de:

- Explicar os conceitos de corrente, tensão, resistência e potência elétrica.
- Usar a Lei de Ohm para calcular valores em um circuito.
- Identificar e utilizar os componentes eletrônicos mais comuns.
- Medir variáveis elétricas com um multímetro.
- Montar circuitos básicos com protoboard.
- Interpretar esquemas simples de ligação elétrica.
- Fazer testes e diagnósticos de circuitos simples.

### 1.4. O que você precisa saber antes?

Nada! Esta oficina parte do zero. Vamos explicar cada conceito com calma e dar apoio durante as práticas. Você só precisa ter curiosidade, atenção aos detalhes e vontade de aprender.

## Capítulo 2 – O que é Eletrônica?

### 2.1. Definição

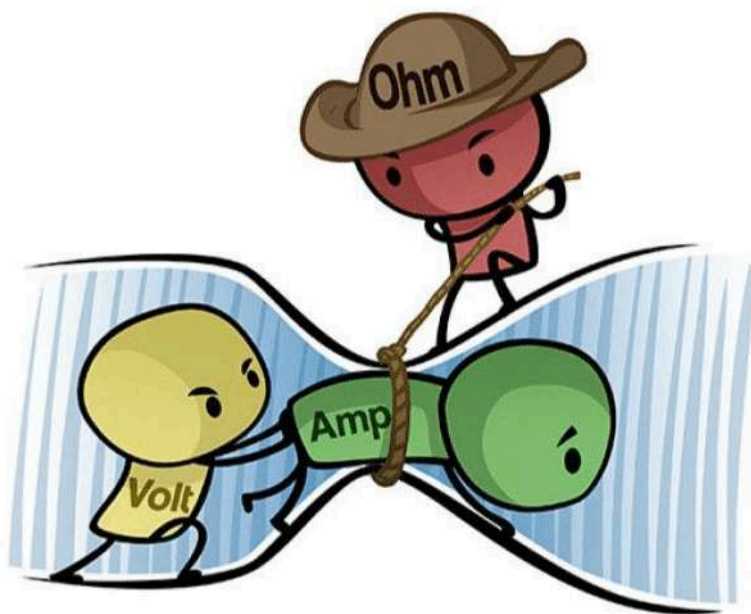
A eletrônica é o campo da engenharia que utiliza a corrente elétrica para controlar dispositivos e processar informações. Ao contrário da eletricidade, que se preocupa apenas com o fluxo de energia, a eletrônica converte energia elétrica em interações e funções (como em computadores, sensores e sistemas de automação).

### 2.2. História

A eletrônica moderna surgiu com a invenção do transistor na década de 1940, que substituiu os grandes tubos de vácuo e permitiu a miniaturização dos circuitos. Desde então, a eletrônica tem sido a base para a criação de computadores, sistemas de comunicação, e dispositivos como celulares e equipamentos médicos.

### 2.3. Conceitos Básicos

- Corrente Elétrica (I): Fluxo de elétrons, medido em ampères (A).
- Tensão (V): A força que empurra os elétrons, medida em volts (V).
- Resistência (R): Dificuldade que os elétrons encontram ao passar por um condutor, medida em ohms ( $\Omega$ ).
- Potência (P): Taxa de consumo de energia, medida em watts (W). Fórmula:  $P = V \times I$



### 2.4. Aplicações no Dia a Dia

A eletrônica está em dispositivos como celulares, computadores, sistemas de automação residencial, e redes de comunicação, impactando diretamente nossa vida cotidiana.

## Capítulo 3 – Conceitos Fundamentais

### 3.1. Corrente Elétrica (I)

A corrente elétrica é o fluxo de elétrons através de um condutor. Para que a corrente circule, é necessário haver uma diferença de potencial (tensão) entre dois pontos. Ela é medida em ampères (A).

- Exemplo: Quando você liga um dispositivo eletrônico, como uma lâmpada, a corrente elétrica flui através dos fios para acender a lâmpada.



Imagem 1 - Corrente elétrica

### 3.2. Tensão ou Voltagem (V)

A tensão elétrica é a força que impulsiona os elétrons através de um condutor. Ela é medida em volts (V) e pode ser vista como a “pressão” que empurra os elétrons para o movimento.

- Exemplo: A tomada da sua casa tem uma tensão de 110V ou 220V, dependendo da região, que empurra os elétrons pelos fios.

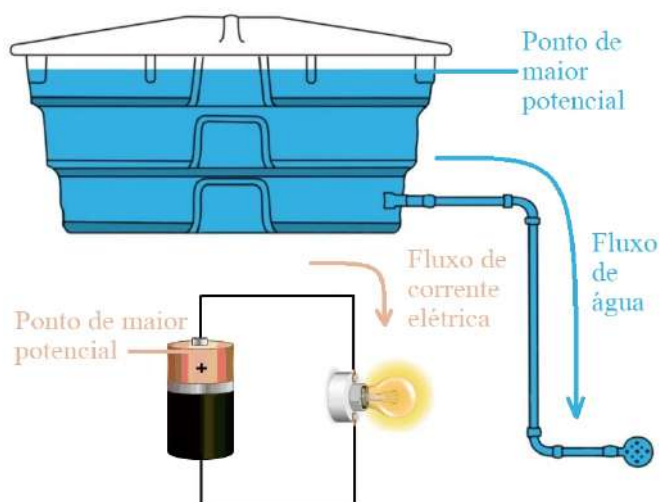


Imagem 2 - Diferença de potencial

### 3.3. Resistência (R)

A resistência é a dificuldade que os elétrons encontram ao passar por um condutor. Ela é medida em ohms ( $\Omega$ ). Quanto maior a resistência, menor será o fluxo de corrente.

- Exemplo: Um fio grosso tem baixa resistência e permite maior fluxo de corrente, enquanto um fio fino tem alta resistência e limita a corrente.

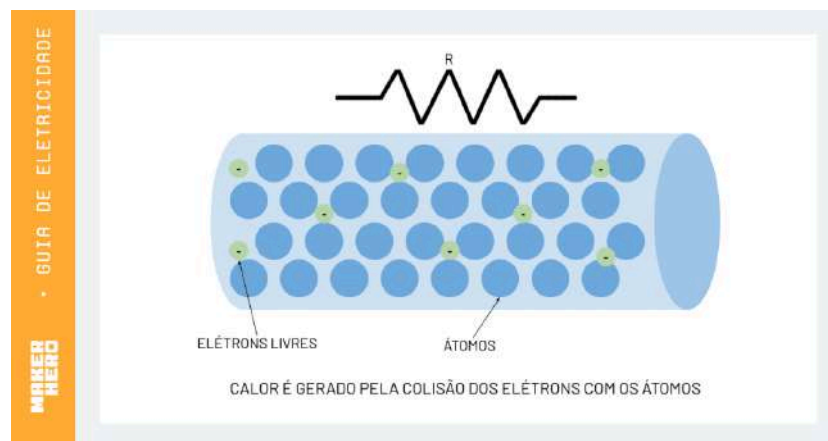
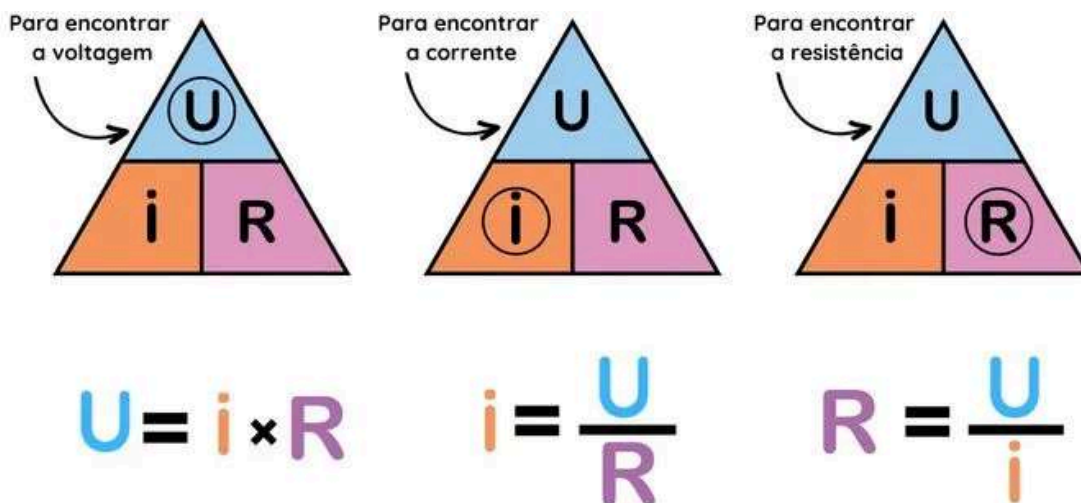


Imagem 3 - Resistência dos elétrons

### 3.4. Lei de Ohm

A Lei de Ohm é a relação entre corrente (I), tensão (V) e resistência (R) em um circuito. A fórmula é:



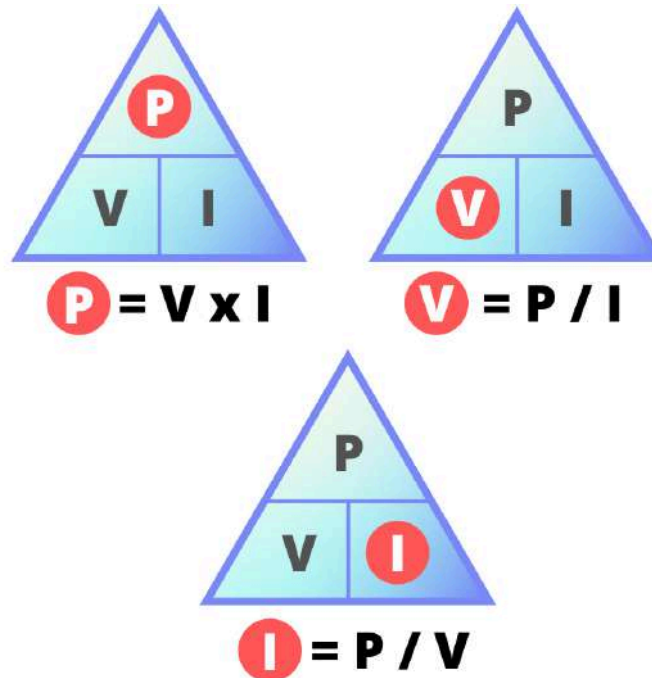
Ou seja, a tensão (V) é igual à corrente (I) multiplicada pela resistência (R).

- Exemplo: Se você tiver uma resistência de  $10\Omega$  e uma corrente de 2A, a tensão será de 20V!  
 $V = R \cdot I$   
 $V = 10\Omega \times 2A$   
 $V = 20 V$  (20 Volts)



### 3.5. Potência (P)

A potência elétrica é a taxa com que a energia é consumida ou gerada em um circuito. Ela é dada pela fórmula:



A unidade de medida da potência é o **watt (W)**.

- Exemplo: Uma lâmpada possui 0,5A quando ligada a uma tensão de 120V.  
 $P = V \cdot I$   
 $P = 120V \cdot 0,5A$  Logo, a lâmpada consome 60 watts (60W) de potência!  
 $P = 60W$

## Capítulo 4 – Componentes Eletrônicos Básicos

### 4.1. Resistores

O resistor é um dos componentes mais simples e essenciais em eletrônica. Ele tem a função de limitar o fluxo de corrente elétrica em um circuito. Os resistores são usados para ajustar a corrente em diferentes partes do circuito e proteger outros componentes de correntes excessivas.

- Símbolo: em diagramas de circuitos é um retângulo com dois terminais.
- Unidade: unidade de medida da resistência é o ohm ( $\Omega$ ).
- Exemplo de uso:
  - Em um circuito de LED, um resistor é colocado em série com o LED para limitar a corrente que passa por ele, evitando que o LED queime.



Imagem 5 - Transistores

### 4.2. LEDs (Diodos Emissores de Luz)

O LED (Light Emitting Diode) é um tipo de diodo que emite luz quando uma corrente elétrica passa por ele. Ao contrário das lâmpadas tradicionais, os LEDs são mais eficientes, duráveis e consomem menos energia.

- Símbolo: Em diagramas de circuitos, o LED é representado por um diodo com setas saindo de um lado, indicando a luz que emite.
- Características: LEDs têm polaridade e devem ser conectados corretamente em um circuito. O terminal positivo deve estar no lado do anodo.
- Exemplo de uso: LEDs são usados em painéis de controle, luzes indicadoras, telas de dispositivos eletrônicos e até em iluminação.



Imagem 6 - Leds



### 4.3. Capacitores

O capacitor é um componente que armazena energia elétrica de forma temporária e pode liberá-la de forma controlada. Ele tem a função de filtrar sinais, suavizar a corrente em um circuito e armazenar energia.

- Símbolo: O símbolo de um capacitor é duas linhas paralelas, com uma delas mais longa, indicando a polaridade.
- Unidade: A unidade de medida é o farad (F), mas capacitores em circuitos típicos são geralmente medidos em microfarads ( $\mu\text{F}$ ) ou nanofarads (nF).
- Exemplo de uso: Capacitores são usados para filtrar ruídos em circuitos de áudio e em fontes de alimentação para suavizar a tensão.



Imagem 7 - Capacitores

### 4.4. Diodos

O diodo é um componente que permite a passagem de corrente elétrica em apenas uma direção. Ele tem a função de proteger circuitos contra inversões de polaridade e de ser usado em retificação de corrente alternada.

- Símbolo: O diodo é representado como uma seta apontando para uma linha, onde a linha indica o lado de bloqueio da corrente.
- Exemplo de uso: Em fontes de alimentação, os diodos convertem a corrente alternada (AC) em corrente contínua (DC).



Imagem 8 - Diodos



#### 4.5. Transistores

O transistor é um componente fundamental em circuitos digitais e analógicos. Ele pode funcionar como um interruptor (ligando e desligando a corrente) ou como amplificador de sinais elétricos. O transistor é essencial para processadores, memórias e muitos dispositivos modernos.

- Símbolo: O transistor é representado por um círculo com três terminais: coletor (C), base (B) e emissor (E).
- Tipos de transistores: Os transistores podem ser NPN ou PNP, dependendo do tipo de corrente elétrica que eles controlam.
- Exemplo de uso: Transistores são usados em amplificadores de áudio, circuitos lógicos (como portas AND, OR, etc.) e em processadores de computador.

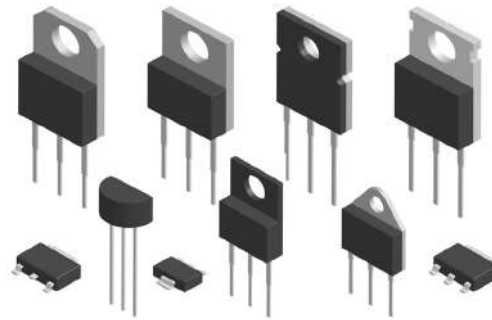


Imagem 9 - Transistores

## Capítulo 5 – Instrumentos de Medição

### 5.1. Multímetro

O multímetro é um dos instrumentos mais essenciais em eletrônica. Ele permite medir várias grandezas elétricas, como tensão (voltagem), corrente e resistência, além de testar a continuidade dos circuitos. Um multímetro pode ser analógico ou digital, mas os modelos digitais são mais comuns e fáceis de usar.

- Funções principais:
  - Tensão (V): Medir a diferença de potencial entre dois pontos do circuito.
  - Corrente (A): Medir o fluxo de elétrons (corrente) no circuito.
  - Resistência ( $\Omega$ ): Medir a resistência de um componente ou circuito.
  - Teste de continuidade: Verificar se um circuito está fechado, gerando um som quando a continuidade é detectada.
- Como usar:
  - Para medir tensão, conecte as pontas de prova aos terminais do circuito, ajustando o multímetro para a função de tensão.
  - Para medir corrente, o multímetro deve ser inserido em série com o componente.



Imagem 10 - Multímetro

### 5.2. Protoboard (Placa de Circuito Didática)

A protoboard (ou breadboard) é uma ferramenta fundamental para quem está começando a aprender eletrônica. Ela permite montar circuitos sem solda, facilitando testes e modificações.

- Como funciona:
  - A protoboard possui linhas de conexão horizontais e verticais que permitem inserir componentes e fazer conexões rapidamente.

- Linhas de alimentação (geralmente em vermelho e azul) estão localizadas nas laterais e são usadas para fornecer tensão positiva e tensão negativa ao circuito.
- Terminais de conexão são usados para conectar os componentes eletrônicos.
- Vantagens:
  - Permite testar circuitos rapidamente.
  - Facilidade para modificar e ajustar componentes durante o processo de aprendizado.

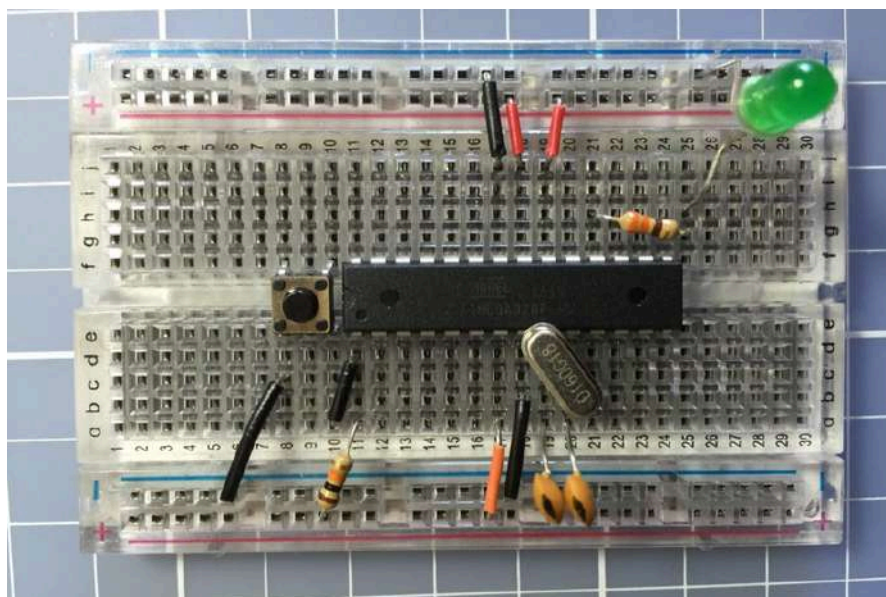


Imagem 11 - Protoboard

### 5.3. Fontes de Alimentação

As fontes de alimentação são usadas para fornecer a energia elétrica necessária para o funcionamento de um circuito. Elas convertem a energia da tomada (geralmente 110V ou 220V) em tensões mais baixas, adequadas para os circuitos eletrônicos.

- Tipos de fontes de alimentação:
  - Fonte ajustável: Permite variar a tensão e a corrente de saída.
  - Fonte fixa: Fornece uma tensão fixa e não regulável.
- Como usar:
  - Conecte os terminais de saída da fonte de alimentação aos pontos apropriados do seu circuito para fornecer a tensão necessária.
  - Sempre verifique a polaridade da tensão (positivo e negativo) para evitar danos aos componentes.



Imagem 12 - Fonte de Bancada

#### 5.4. Osciloscópio

O osciloscópio é um equipamento fundamental para visualizar sinais elétricos em tempo real. Ele mostra a variação de tensão ao longo do tempo, permitindo analisar a forma de onda de um sinal. Isso é crucial para verificar a performance de circuitos e detectar problemas.

- Funções principais:
  - Visualizar sinais AC e DC: Permite observar as formas de onda dos sinais de corrente alternada (AC) e contínua (DC).
  - Análise de frequência: Pode ser usado para analisar a frequência de sinais oscilatórios.
  - Captura de picos e quedas: Detecta variações rápidas que podem ser imperceptíveis a olho nu.
- Como usar:
  - Conecte as pontas de prova do osciloscópio ao circuito.
  - Ajuste a escala de tempo e a voltagem no osciloscópio para observar a forma de onda de maneira clara e precisa.

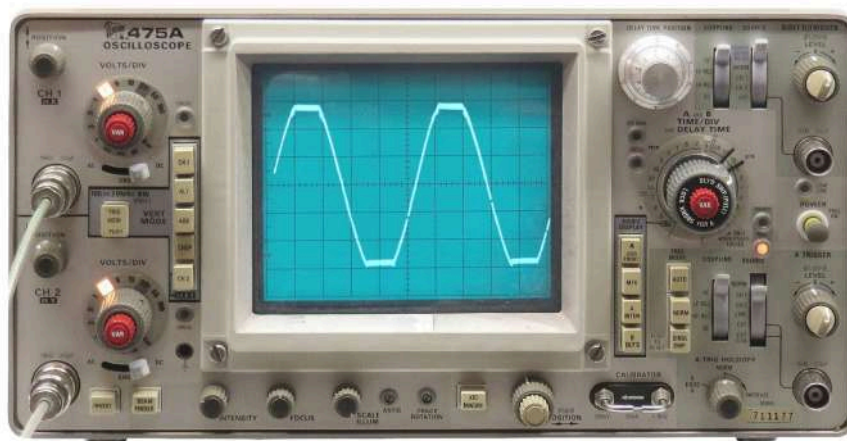


Imagem 12 - Osciloscópio



## Capítulo 6 – Montagem de Circuitos Básicos

### 6.1. Acendendo um LED com Resistor

Um dos primeiros circuitos simples que você pode montar é o circuito de um LED aceso. Para isso, você precisará de um resistor para limitar a corrente e evitar que o LED queime.

- Componentes necessários:
  1. 1 LED
  2. 1 Resistor de  $220\Omega$
  3. Protoboard
  4. Fios de conexão
  5. Fonte de alimentação (5V ou 9V)
- Montagem:
  1. Insira o LED na protoboard. O terminal mais longo (ânodo) vai para o lado positivo da fonte de alimentação.
  2. Conecte o resistor na linha do terminal curto (cátodo) do LED.
  3. Conecte o outro terminal do resistor à linha de terra (GND) da fonte de alimentação.
  4. Conecte a linha de tensão positiva (5V ou 9V) na linha de alimentação da protoboard.
- Resultado esperado: O LED se acenderá. O resistor limita a corrente e evita que o LED queime.

### 6.2. Piscar LED com Transistor

Agora, vamos usar um transistor para controlar o LED, criando um circuito onde o LED pisca. O transistor atuará como um interruptor controlado por um sinal de controle.

- Componentes necessários:
  1. 1 LED
  2. 1 Resistor de  $220\Omega$
  3. 1 Transistor NPN (ex.: 2N2222)
  4. Protoboard
  5. Fios de conexão
  6. Fonte de alimentação (5V ou 9V)  
Resistor de  $1k\Omega$  (para a base do transistor)
- Montagem:
  1. Coloque o LED e o resistor de  $220\Omega$  da mesma forma que no circuito anterior.
  2. Conecte a base do transistor a um resistor de  $1k\Omega$  e, depois, conecte o outro lado do resistor à linha de controle (pode ser um pino de um microcontrolador ou simplesmente um botão que liga/desliga).
  3. Conecte o coletor do transistor à linha de alimentação positiva e o emissor ao terminal negativo do LED.



4. Conecte a linha de terra (GND) à fonte de alimentação.

- Resultado esperado: Quando o sinal de controle for aplicado (ex.: pressionar um botão ou acionar um pino do microcontrolador), o transistor liga e desliga o LED, fazendo-o piscar.

### 6.3. Capacitor Carregando e Descarregando

Os capacitores podem armazenar energia por um curto período e liberá-la quando necessário. Vamos montar um circuito simples onde o capacitor carrega e descarrega, mostrando como ele altera o comportamento do circuito.

- Componentes necessários:
  1. 1 Capacitor de  $100\mu\text{F}$
  2. 1 Resistor de  $1\text{k}\Omega$
  3. 1 LED
  4. Protoboard
  5. Fios de conexão
  6. Fonte de alimentação (5V ou 9V)
- Montagem:
  1. Conecte o capacitor em paralelo com o LED, mas coloque o resistor de  $1\text{k}\Omega$  em série com o capacitor para limitar a corrente.
  2. Conecte a linha de tensão positiva ao lado do capacitor e ao terminal anodo do LED.
  3. A linha de terra (GND) conecta o outro terminal do LED e o lado negativo do capacitor.
- Resultado esperado: Quando a alimentação for ligada, o capacitor começará a carregar, e o LED acenderá. Com o tempo, o capacitor se descarregará, fazendo o LED apagar gradualmente.

## Capítulo 7 – Dicas de Segurança e Boas Práticas





## 7.1. Segurança ao Trabalhar com Eletricidade

Embora os circuitos que você montará nesta oficina envolvam tensões baixas, a segurança sempre deve ser uma prioridade. Aqui estão algumas dicas essenciais:

- Desligue a fonte de alimentação antes de fazer qualquer alteração no circuito.
- Nunca sobrecarregue o circuito. Certifique-se de que os componentes sejam apropriados para a tensão e corrente que o circuito está consumindo.
- Verifique as polaridades dos componentes, especialmente diodos, LEDs e capacitores. Conectá-los de forma invertida pode danificá-los permanentemente.
- Use resistores sempre que necessário, especialmente ao trabalhar com LEDs. Eles protegem componentes sensíveis de excesso de corrente.
- Evite curtos-circuitos. Certifique-se de que os fios não se toquem onde não devem, o que pode danificar o circuito ou causar falhas.

## 7.2. Boas Práticas ao Montar Circuitos

Montar circuitos pode ser um trabalho minucioso, mas com as boas práticas, o processo fica mais fácil e seguro.

- Organize os componentes: Antes de começar, organize todos os seus componentes e ferramentas para evitar perder tempo durante a montagem.
- Use a protoboard corretamente: Insira os componentes de forma que fiquem bem conectados, com os terminais fazendo contato firme nas trilhas de cobre da protoboard.
- Documente seus circuitos: Anote como os componentes estão conectados ou faça diagramas para facilitar futuras modificações ou depuração.
- Testes em etapas: Sempre que possível, teste cada parte do circuito antes de passar para a próxima. Isso facilita identificar erros.

## 7.3. Cuidado com Componentes Sensíveis

Alguns componentes eletrônicos podem ser danificados com facilidade. Tome cuidado com:

- Semicondutores (como transistores e diodos): Eles são sensíveis a descargas eletrostáticas (ESD). Use pulseiras antiestáticas e manuseie-os com cuidado para evitar danificá-los.
- Capacitores: Certifique-se de que a polaridade dos capacitores seja respeitada. Capacitores de eletrólitos devem ser conectados de acordo com a marcação positiva e negativa.





#### **7.4. Cuidados ao Utilizar Ferramentas**

Ferramentas de soldagem e outros equipamentos são úteis, mas também podem ser perigosos.

- Ferro de solda: Sempre use o ferro de solda com cuidado. Ele atinge altas temperaturas e pode causar queimaduras graves.
- Alicates de corte e descascador de fios: Use esses instrumentos para evitar cortes ou danos acidentais nos fios, e sempre mantenha a área de trabalho limpa e organizada.
- Uso de fontes de alimentação ajustáveis: Quando usar fontes de alimentação ajustáveis, comece sempre com a tensão baixa e aumente gradualmente.

#### **7.5. Manutenção e Armazenamento**

Após terminar seus experimentos e montagem de circuitos:

- Desligue tudo: Desconecte a alimentação do circuito e desligue os instrumentos para evitar qualquer risco de choque ou curto-circuito.
- Organize seus componentes: Guarde componentes em locais apropriados para evitar que sejam danificados ou extraviados.
- Verifique os componentes: Se você perceber algum componente danificado ou com mau funcionamento, troque-o imediatamente para evitar que o erro afete o funcionamento de outros componentes no circuito.



### 8.1. Montagem de Circuito Básico com LED

Objetivo: Montar um circuito simples com LED e resistor.

- Instruções:
  - Use um LED, um resistor de  $220\Omega$  e uma protoboard.
  - Conecte o LED com o resistor em série e ligue o circuito a uma fonte de alimentação de 5V.
  - Observe o LED acender.  
Pergunta: O que acontece com o LED se você usar um resistor de valor menor ou maior?

○

### 8.2. Circuito de Piscar LED com Transistor

Objetivo: Montar um circuito para piscar um LED utilizando um transistor como interruptor.

- Instruções:
  - Use um transistor NPN (ex.: 2N2222), um LED, um resistor de  $220\Omega$  e um resistor de  $1k\Omega$  para a base do transistor.
  - Ligue o transistor ao LED e controle a base do transistor com um botão.
  - Quando o botão for pressionado, o LED deve acender.  
Pergunta: O que acontece se o resistor de  $1k\Omega$  na base do transistor for substituído por um resistor de valor menor?

○

### 8.3. Teste de Capacitor em Circuito de Carregamento e Descarregamento

Objetivo: Verificar o comportamento de um capacitor em um circuito.

- Instruções:
  - Conecte um capacitor de  $100\mu F$  em paralelo com um LED, usando um resistor de  $1k\Omega$  em série com o capacitor.
  - Observe o LED acendendo e apagando conforme o capacitor carrega e descarrega.  
Pergunta: O que ocorre com o tempo que o LED permanece aceso quando você usa capacitores de diferentes valores?

○

### 8.4. Montagem de Circuito com Diodo

Objetivo: Montar um circuito de retificação de corrente utilizando diodo.

- Instruções:
  - Conecte um diodo em série com um LED e uma fonte de alimentação alternada (AC).
  - Observe como o LED acende apenas quando a corrente flui na direção certa.  
Pergunta: O que acontece se você inverter a direção do diodo?

## Capítulo 9 – Microcontroladores (Arduino e ESP32)

### 9.1. Introdução aos Microcontroladores

Os microcontroladores são pequenos computadores incorporados em dispositivos eletrônicos que controlam a operação de sistemas. Eles possuem um processador, memória e periféricos integrados, tudo em um único chip, tornando-os ideais para sistemas embarcados e automações.

Exemplos de microcontroladores comuns:

- Arduino: Uma plataforma de prototipagem open-source popular entre iniciantes e engenheiros.
- ESP32: Um microcontrolador mais avançado, com Wi-Fi e Bluetooth integrados, ideal para IoT (Internet das Coisas).

### 9.2. Arduino

O Arduino é uma plataforma open-source que consiste em uma placa de microcontrolador e um ambiente de desenvolvimento (IDE). Ele é utilizado para construir projetos eletrônicos interativos, como controle de LEDs, sensores e até robôs.

- Principais características do Arduino:
  - Facilidade de programação: Utiliza uma linguagem baseada em C/C++, com uma IDE simples.
  - Entradas e saídas digitais/analógicas: Permite a leitura de sensores e o controle de dispositivos.
  - Compatibilidade com shields: Expansões que adicionam funcionalidades extras (como controle de motores, comunicação sem fio, etc.).
- Exemplo prático: Acender um LED com o Arduino.

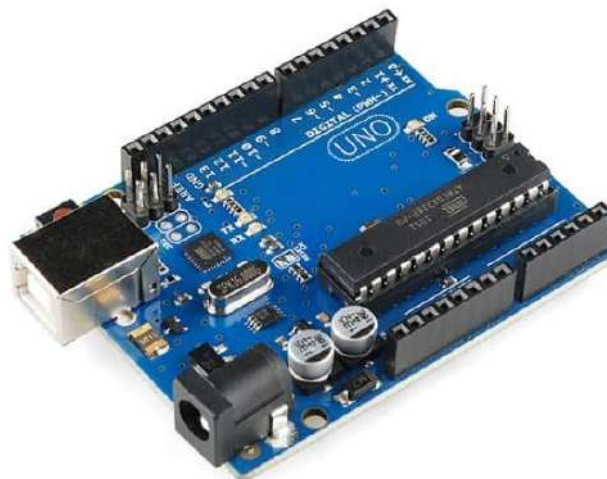


Imagem 13 - Arduino

### 9.3. ESP32

O ESP32 é um microcontrolador mais avançado, que possui Wi-Fi e Bluetooth integrados, tornando-o ideal para projetos de Internet das Coisas (IoT).

- Principais características do ESP32:
  - Conectividade: Possui módulos Wi-Fi e Bluetooth, facilitando a comunicação entre dispositivos.
  - Desempenho: Mais potente que o Arduino, com suporte para aplicações mais complexas.
  - Baixo custo e versatilidade: Ideal para automações e projetos interativos.
- Exemplo prático: Controlar um LED remotamente usando o ESP32 e Wi-Fi.

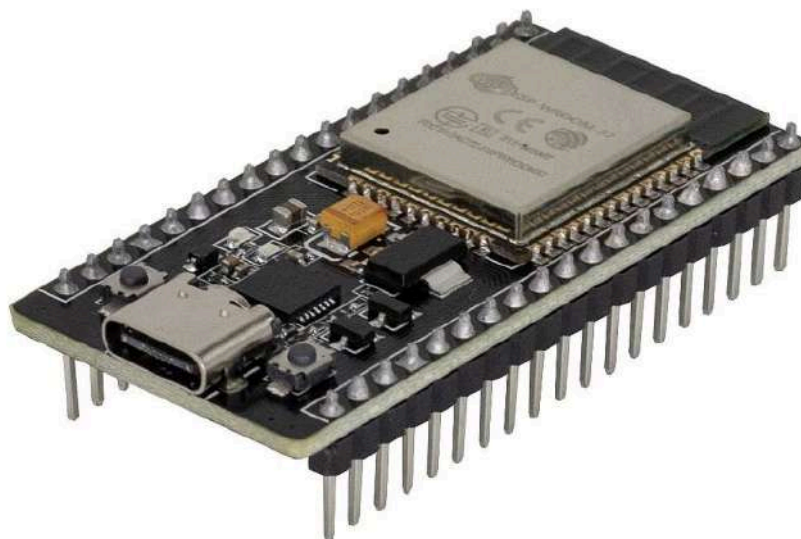


Imagem 14 - ESP32



## Referências e dicas complementares

### Livros

- “Eletrônica para Iniciantes” de Charles Platt
- “The Art of Electronics” de Paul Horowitz e Winfield Hill
- “Arduino: Guia Completo para Iniciantes” de Brian D. Evans

### Sites e Cursos Online

- Khan Academy – Eletrônica Básica URL: <https://www.khanacademy.org/science/physics/circuits>
- All About Circuits  
URL: <https://www.allaboutcircuits.com/>
- Arduino Official Website  
URL: <https://www.arduino.cc/>
- ESP32 Official Website  
URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

### Simuladores de Circuitos

- Tinkercad Circuits  
URL: <https://www.tinkercad.com/circuits>
- Fritzing  
URL: <https://fritzing.org/>
- Proteus  
URL: <https://www.labcenter.com/>

### Software de Desenho de Circuitos

- KiCad  
URL: <https://kicad-pcb.org/>