



2023

## 5. Corrente alternada (CA) vs. corrente contínua (CC)

R2: SCRAPY Guide

Número do projeto: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by  
the European Union

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso do conteúdo, que reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nele contidas.

ECAM EPMI  
30/04/2023

## Índice

1 Introdução .....	2
2 Corrente alternada (CA) .....	2
2.1 Formas de onda.....	3
2.2 Descrevendo uma onda senoidal.....	4
2.3 Aplicações .....	5
3. Corrente contínua (CC) .....	6
3.1 Descrevendo DC .....	6
3.2 Aplicações .....	7
4. Batalha das Correntes.....	7
4.1 Campanha de difamação de Edison .....	9
4.2 A ascensão da AC .....	9
4.3 Corrente contínua de alta tensão (CCAT).....	10
5 Conclusão .....	10

## 1 Introdução

Tanto AC quanto DC descrevem os tipos de fluxo de corrente em um circuito. Em corrente contínua (CC), a carga elétrica (corrente) flui apenas em uma direção. A carga elétrica em corrente alternada (CA), por outro lado, muda de direção periodicamente. A tensão nos circuitos CA também se inverte periodicamente porque a corrente muda de direção.

A maioria dos eletrônicos digitais que você constrói usará DC. No entanto, é importante compreender alguns conceitos de CA. A maioria das casas são com fio para AC.

### O que você vai aprender:

- A história por trás de AC e DC
- Diferentes maneiras de gerar CA e DC

Alguns exemplos de aplicações AC e DC

## 2 Corrente alternada (CA)

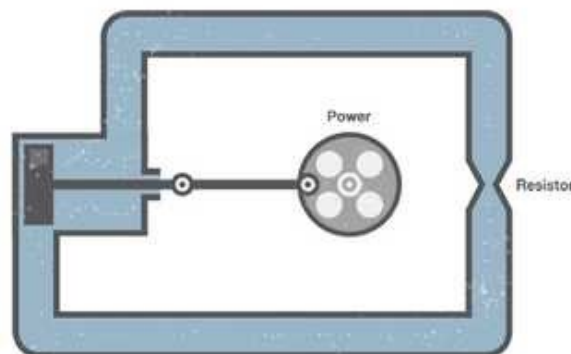
A corrente alternada descreve o fluxo de carga que muda de direção periodicamente. Como resultado, o nível de tensão também se inverte juntamente com a corrente. AC é usado para fornecer energia para casas, edifícios de escritórios, etc.

### Geração de CA

CA pode ser produzido usando um dispositivo chamado alternador. Este dispositivo é um tipo especial de gerador elétrico projetado para produzir corrente alternada.

Um laço de fio é girado dentro de um campo magnético, que induz uma corrente ao longo do fio. A rotação do fio pode vir de qualquer número de meios: uma turbina eólica, uma turbina a vapor, água corrente, e assim por diante. Como o fio gira e entra em uma polaridade magnética diferente periodicamente, a tensão e a corrente se alternam no fio.

Alternating Current: The Water Analogy



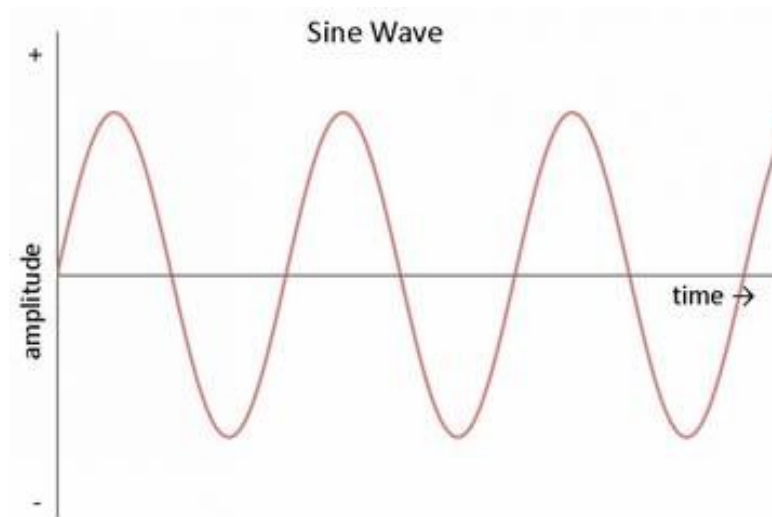
### Corrente Alternada

Para gerar CA em um conjunto de tubos de água, conectamos uma manivela mecânica a um pistão que move a água nos tubos para frente e para trás (nossa corrente

"alternada"). Observe que a seção beliscou do tubo ainda fornece resistência ao fluxo de água, independentemente da direção do fluxo.

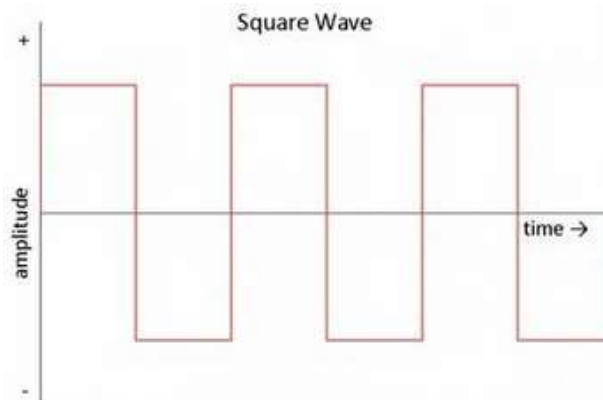
## 2.1 Formas de onda

AC pode vir em várias formas, desde que a tensão e corrente são alternadas. Se ligarmos um osciloscópio a um circuito com CA e traçarmos a sua tensão ao longo do tempo, poderemos ver várias formas de onda diferentes. O tipo mais comum de CA é a onda sinusal. O CA na maioria das casas e escritórios tem uma tensão oscilante que produz uma onda senoidal .



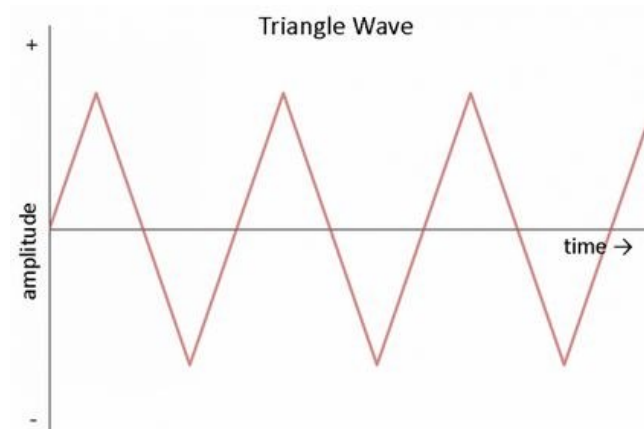
**Onda Sinusoidal**

Outras formas comuns de CA incluem a onda quadrada e a onda triangular:



**Onda Quadrada**

As ondas quadradas são frequentemente usadas em eletrônicos digitais e de comutação para testar seu funcionamento.



*Onda Triângulo*

As ondas triangulares são encontradas na síntese sonora e são úteis para testar a eletrônica linear como amplificadores.

## 2.2 Descrevendo uma onda senoidal

Muitas vezes queremos descrever uma forma de onda CA em termos matemáticos. Para este exemplo, usaremos a onda sinusoidal comum. Existem três partes para uma onda senoidal : *amplitude, frequência e fase*.

Olhando apenas para a tensão, podemos descrever uma onda sinusoidal como a função matemática:

$$V(t) = V_P \sin(2\pi ft + \phi)$$

$V(t)$  é a nossa tensão em função do tempo, o que significa que a nossa tensão muda à medida que o tempo muda. A equação à direita do sinal de igual descreve como a tensão muda ao longo do tempo.

$V_P$  é a *amplitude*. Isso descreve a tensão máxima que nossa onda senoidal pode atingir em qualquer direção, o que significa que nossa tensão pode ser  $+V_P$  volts,  $-V_P$  volts, ou em algum lugar intermediário.

A função  $\sin()$  indica que nossa tensão estará na forma de uma onda sinusoidal periódica, que é uma oscilação suave em torno de 0V.

$2\pi$  é uma constante que converte a frequência de ciclos (em hertz) para frequência angular (radianos por segundo).

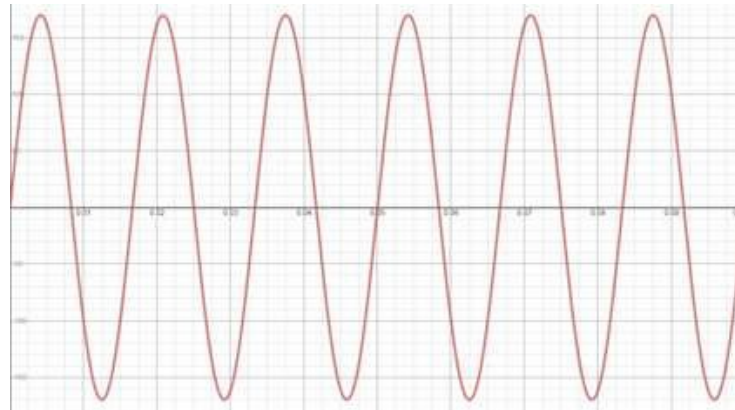
$f$  descreve a *frequência* da onda senoidal. Isto é dado sob a forma de um *hertz* ou *unidades por segundo*. A frequência diz quantas vezes uma determinada forma de onda (neste caso, um ciclo da nossa onda sinusoidal - uma subida e uma queda) ocorre dentro de um segundo.

$t$  é a nossa variável independente: tempo (medido em segundos). Como o tempo varia, a nossa forma de onda varia.

$\phi$  descreve a *fase* da onda senoidal. Fase é uma medida de quão deslocada a forma de onda é em relação ao tempo. É frequentemente dado como um número entre 0 e 360 e medido em graus. Devido à natureza periódica da onda senoidal, se a forma de onda é deslocada em 360°, torna-se a mesma forma de onda novamente como se fosse deslocada em 0°. Para simplificar, assumiremos que a fase é 0° para o resto deste tutorial. Podemos recorrer à nossa tomada confiável para um bom exemplo de como uma forma de onda CA funciona. Nos Estados Unidos, a energia fornecida às nossas casas é AC com cerca de 170V zero-a-pico (amplitude) e 60Hz (frequência). Podemos ligar estes números à nossa fórmula para obter a equação (lembre-se que estamos a assumir que a nossa fase é 0):

$$V(t) = 170 \sin(2\pi 60t)$$

Podemos usar a nossa prática calculadora gráfica para representar graficamente esta equação. Se nenhuma calculadora gráfica estiver disponível, podemos usar um programa gráfico online gratuito como [o Desmos](#) (Observe que você pode ter que usar 'y' em vez de 'v' na equação para ver o gráfico).



*The equation Graph*

Observe que, como previmos, a tensão sobe para 170V e desce para -170V periodicamente. Além disso, 60 ciclos da onda sinusoidal ocorrem a cada segundo. Se fôssemos medir a tensão em nossas tomadas com um osciloscópio, isso é o que veríamos (**AVISO:** não tente medir a tensão em uma tomada com um osciloscópio! Isto irá danificar o equipamento).

**NOTA:** Você já deve ter ouvido falar que a tensão CA nos EUA é de 120V. Isso também está correto. Como? Quando se fala de CA (uma vez que a tensão muda constantemente), muitas vezes é mais fácil usar uma média ou média. Para conseguir isso, usamos um método chamado "[Raiz média quadrada](#)". (RMS). Muitas vezes, é útil usar o valor RMS para CA quando você deseja calcular a **energia elétrica**. Apesar de, no nosso exemplo, termos a tensão variando de -170V a 170V, a raiz quadrada média é de 120V RMS.

### 2.3 Aplicações

As saídas de casa e escritório são sempre AC. Isso ocorre porque gerar e transportar CA através de longas distâncias é fácil. Em altas tensões (acima de 110kV), menos energia é

perdida na transmissão de energia elétrica. Tensões mais altas significam correntes mais baixas e correntes mais baixas significam menos calor gerado na linha elétrica devido à resistência. AC pode ser convertido de e para altas tensões facilmente usando transformadores.

AC também é capaz de alimentar motores elétricos. Motores e geradores são os mesmos dispositivos, mas os motores convertem energia elétrica em energia mecânica (se o eixo de um motor é girado, uma tensão é gerada nos terminais!). Isso é útil para muitos aparelhos grandes, como máquinas de lavar louça, geladeiras e assim por diante, que funcionam com AC.

### 3. Corrente contínua (CC)

A corrente contínua é um pouco mais fácil de entender do que a corrente alternada. Em vez de oscilar para frente e para trás, DC fornece uma tensão ou corrente constante.

#### Geração de DC

DC pode ser gerado de várias maneiras:

- Um gerador CA equipado com um dispositivo chamado "comutador" pode produzir corrente contínua
- Uso de um dispositivo chamado "retificador" que converte CA em DC
- As baterias fornecem DC, que é gerado a partir de uma reação química dentro da bateria

Usando nossa analogia de água novamente, DC é semelhante a um tanque de água com uma mangueira no final.



*Analogia da Água*

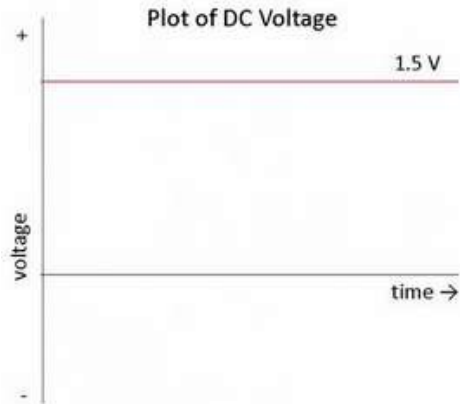
O tanque só pode empurrar a água de uma maneira: para fora da mangueira. Semelhante à nossa bateria de produção DC, uma vez que o tanque está vazio, a água não flui mais através dos tubos.

#### 3.1 Descrevendo DC

DC é definido como o fluxo "unidirecional" de corrente; a corrente flui apenas em uma direção. A tensão e a corrente podem variar ao longo do tempo, desde que a direção do fluxo não mude. Para simplificar as coisas, vamos assumir que a tensão é uma constante. Por exemplo, assumimos que uma bateria AA fornece 1.5V, que pode ser descrito em termos matemáticos como:

Se traçarmos isso ao longo do tempo, veremos uma tensão constante:

$$V(t) = 1.5V$$



#### O enredo de Tensão DC

O que isso significa? Isso significa que podemos contar com a maioria das fontes DC para fornecer uma tensão constante ao longo do tempo. Na realidade, uma bateria perderá lentamente sua carga, o que significa que a tensão cairá à medida que a bateria for usada. Para a maioria dos propósitos, podemos assumir que a tensão é constante.

### 3.2 Aplicações

Todos os projetos eletrônicos e peças à venda no SparkFun rodam em DC. Tudo o que sai de uma bateria se conecta à parede com um [adaptador CA](#) ou usa um cabo USB para alimentação depende de DC. Exemplos de electrónica CC incluem:

- Telemóveis
- A Manopla de Dados D&D baseada em LilyPad
- TVs de tela plana (AC vai para a TV, que é convertida para DC)
- Lanternas
- Veículos híbridos e elétricos

## 4. Batalha das Correntes

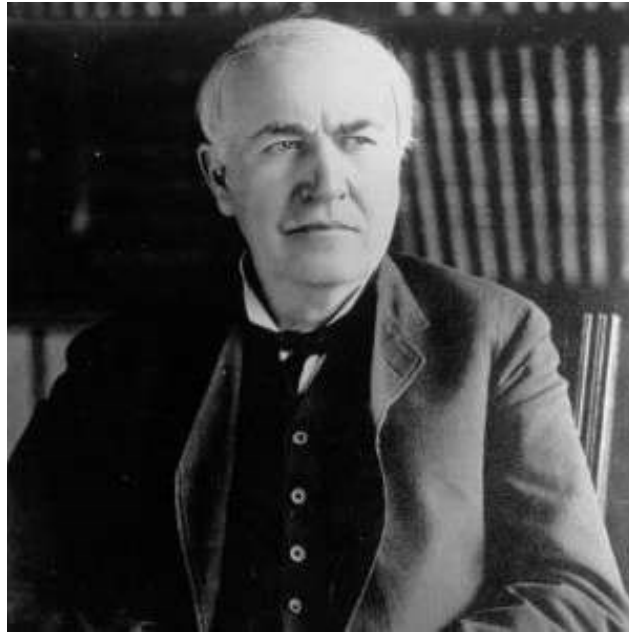
Todas as casas e empresas estão ligadas para AC. No entanto, esta não foi uma decisão do dia para a noite. No final da década de 1880, uma variedade de invenções nos Estados Unidos e na Europa levou a uma batalha em grande escala entre corrente alternada e distribuição de corrente contínua.

Em 1886, a Ganz Works, uma empresa elétrica localizada em Budapeste, eletrificou toda Roma com a AC. Thomas Edison, por outro lado, tinha construído 121 centrais elétricas



DC nos Estados Unidos em 1887. Um ponto de viragem na batalha aconteceu quando George Westinghouse, um famoso industrial de Pittsburgh, comprou as patentes de Nikola Tesla para motores CA e transmissão no ano seguinte.

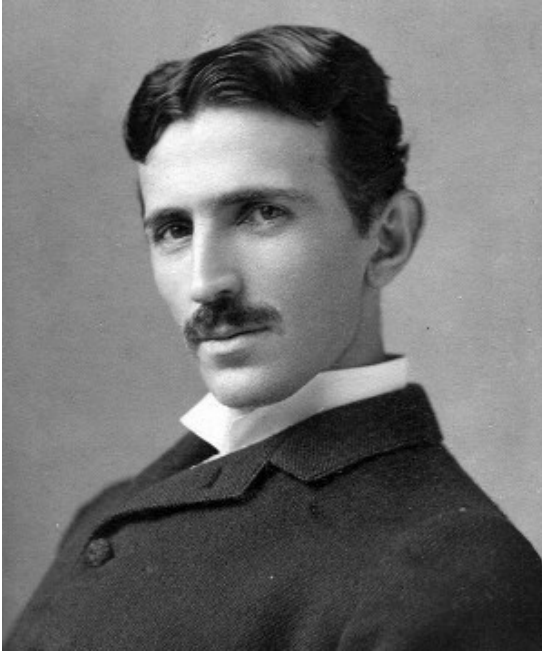
### CA vs. CC



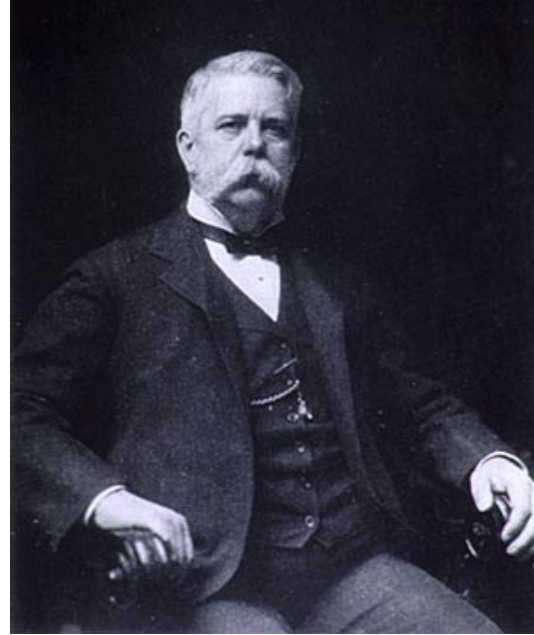
*Thomas Edison (Imagem cedida por biography.com)*

No final de 1800, DC não podia ser facilmente convertido em altas tensões. Como resultado, Edison propôs um sistema de pequenas usinas de energia locais que abasteceriam bairros individuais ou seções da cidade. A energia foi distribuída usando três fios da usina: +110 volts, 0 volts e -110 volts. Luzes e motores podem ser conectados entre a tomada de +110V ou 110V e 0V (neutro). 110V permitiu alguma queda de tensão entre a central e a carga (casa, escritório, etc.).

Embora a queda de tensão nas linhas de energia tenha sido contabilizada, as usinas precisam estar localizadas a menos de 1 milha do usuário final. Esta limitação tornou a distribuição de energia nas zonas rurais extremamente difícil, senão impossível.



*BookingSuite 2018*  
(Imagem cedida por wikipedia.org)



*George Westinghouse*  
(Imagem cedida por pbs.org)

Com as patentes da Tesla, a Westinghouse trabalhou para aperfeiçoar o sistema de distribuição CA. Os transformadores forneceram um método barato para aumentar a tensão de CA para vários milhares de volts e voltar para níveis utilizáveis. Em tensões mais altas, a mesma potência poderia ser transmitida a uma corrente muito mais baixa, o que significava menos energia perdida devido à resistência nos fios. Como resultado, grandes usinas de energia poderiam estar localizadas a muitos quilômetros de distância e atender a um maior número de pessoas e edifícios.

#### 4.1 Campanha de difamação de Edison

Nos anos seguintes, Edison fez uma campanha para desencorajar o uso de AC nos Estados Unidos, que incluiu lobby em legislaturas estaduais e disseminação de desinformação sobre AC. Edison também orientou vários técnicos a eletrocutar publicamente animais com AC na tentativa de mostrar que AC era mais perigoso do que DC. Na tentativa de mostrar esses perigos, Harold P. Brown e Arthur Kennelly, funcionários da Edison, projetaram a primeira cadeira elétrica para o estado de Nova York usando AC.

#### 4.2 A ascensão da AC

Em 1891, a Exposição Eletrotécnica Internacional foi realizada em Frankfurt, Alemanha e exibiu a primeira transmissão de longa distância de CA trifásico, que alimentava luzes e motores na exposição. Vários representantes do que viria a ser a General Electric estiveram presentes e, posteriormente, ficaram impressionados com a exibição. No ano seguinte, a General Electric formou-se e começou a investir em tecnologia AC.

Westinghouse ganhou um contrato em 1893 para construir uma barragem hidrelétrica para aproveitar a energia das Cataratas do Niágara e transmitir AC para Buffalo, NY. O projeto foi concluído em 16 de novembro de 1896, e a energia AC começou a alimentar indústrias em Buffalo. Este marco marcou o declínio da DC nos Estados Unidos. Enquanto a Europa adotaria um padrão CA de 220-240 volts a 50 Hz, o padrão na América do Norte se tornaria 120 volts a 60 Hz.

### 4.3 Corrente contínua de alta tensão (CCAT)

O engenheiro suíço René Thury usou uma série de geradores de motor para criar um sistema DC de alta tensão na década de 1880, que poderia ser usado para transmitir energia DC a longas distâncias. No entanto, devido ao alto custo e manutenção dos sistemas Thury, o HVDC nunca foi adotado por um século.

Com a invenção da eletrônica semicondutora na década de 1970, a transformação econômica entre AC e DC tornou-se possível. Equipamentos especializados poderiam ser usados para gerar energia CC de alta tensão (alguns chegando a 800 kV). Partes da Europa começaram a empregar linhas HVDC para conectar eletricamente vários países.

As linhas HVDC sofrem menos perdas do que as linhas CA equivalentes em distâncias extremamente longas. Além disso, o HVDC permite que diferentes sistemas CA (por exemplo, 50 Hz e 60 Hz) sejam conectados. Apesar de suas vantagens, os sistemas HVDC são mais caros e menos confiáveis do que os sistemas CA comuns.

No final, Edison, Tesla e Westinghouse podem ter seus desejos realizados. AC e DC podem coexistir, e cada um serve a um propósito.

## 5 Conclusão

Agora você deve ter uma boa compreensão das diferenças entre AC e DC. AC é mais fácil de transformar entre os níveis de tensão, o que torna a transmissão de alta tensão mais viável. DC, por outro lado, é encontrado em todos os eletrônicos. Você deve saber que os dois não se misturam muito bem, e você precisará transformar AC para DC se você deseja conectar a maioria dos eletrônicos em uma tomada de parede. Com esse entendimento, você deve estar pronto para lidar com alguns circuitos e conceitos mais complexos, mesmo que eles contenham CA.