



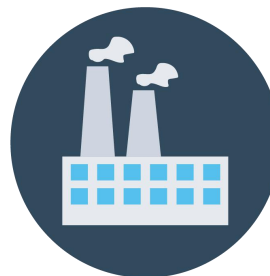
Geração



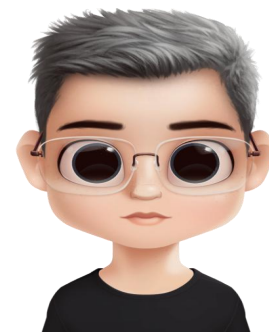
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Eletricidade Básica

Aula: 03

versão: 1.8

06/05/2025

Robson Vaamonde

<http://www.vaamonde.com.br> - <https://www.youtube.com/boraparapratica>



Geração



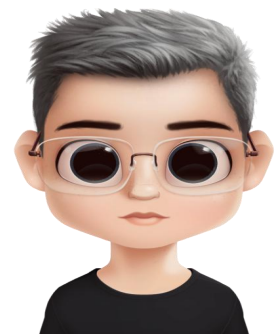
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



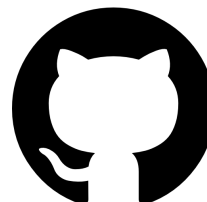
<https://www.facebook.com/ProcedimentosEmTi/>



<http://youtube.com/boraparapratica>



<https://www.linkedin.com/in/robson-vaamonde-0b029028/>



<https://github.com/vaamonde>



<https://www.instagram.com/procedimentoem/>



Geração



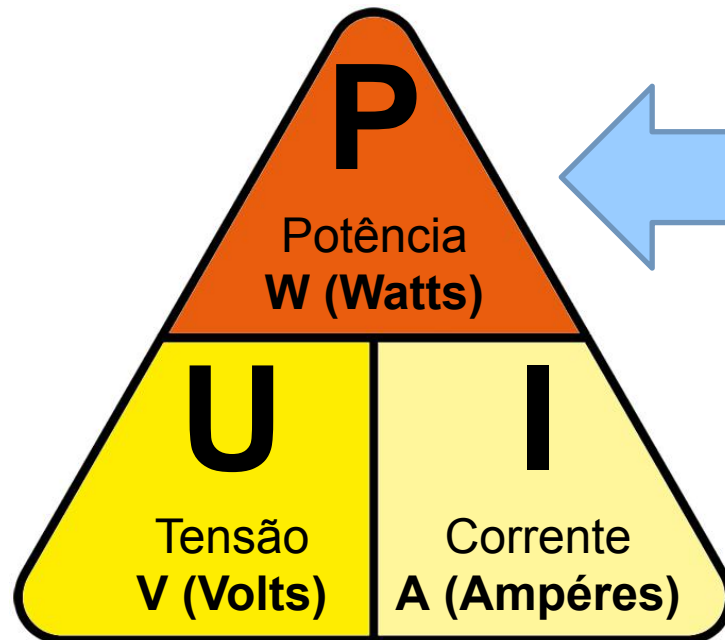
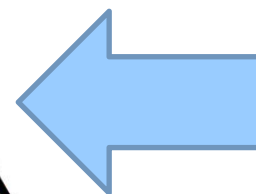
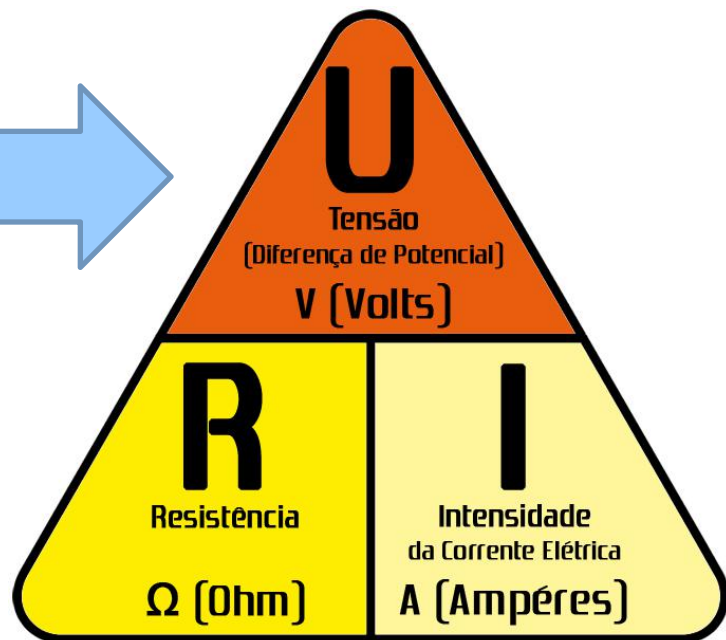
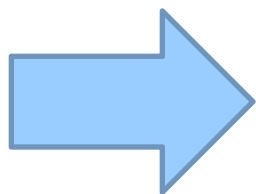
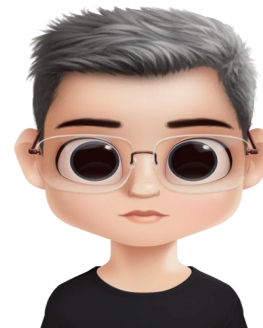
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Triângulo Mágico da Lei de Ohm também pode ser utilizado para Calcular a Potência Ativa, nesse caso alterando a posição dos valores no triângulo

DICA IMPORTANTE: QUALQUER CÁLCULO MATEMÁTICO É NECESSÁRIO NO MÍNIMO POSSUIR DOIS VALORES (PRODUTOS).



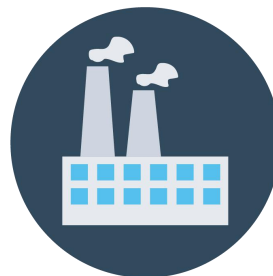
Geração



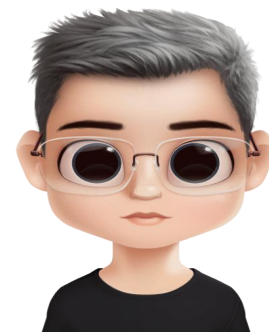
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Fórmula da potência

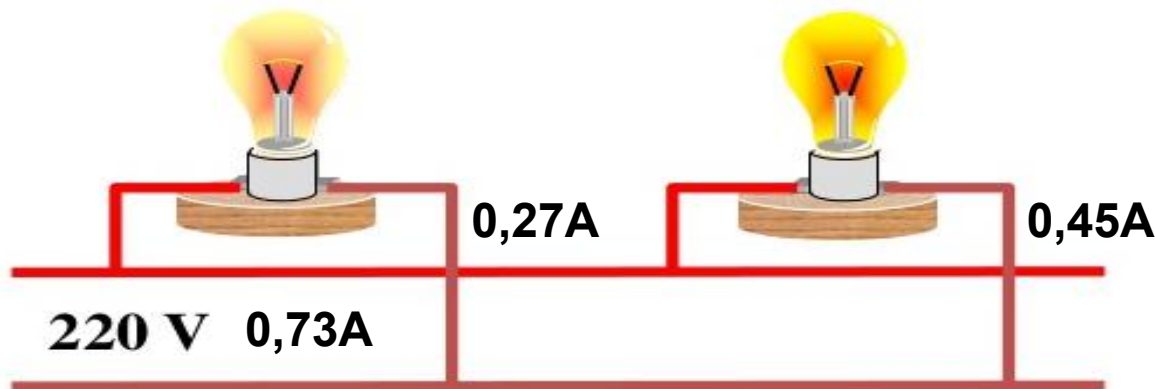
$$P = I \times V$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$V = \frac{P}{I}$$

60 W

100 W



Corrente Elétrica = I (letra utilizada nos cálculos)

Tensão Elétrica = U (letra utilizada nos cálculos)

Potência Elétrica = P (letra utilizada nos cálculos)

Resistência Elétrica = R (letra utilizada nos cálculos)

Tensão Elétrica – Medida em volt (V)

Corrente Elétrica – Medida em ampère (A)

Potência Elétrica - Medida em watt (W)

Resistência Elétrica - Medida em ohm (Ω)



Geração



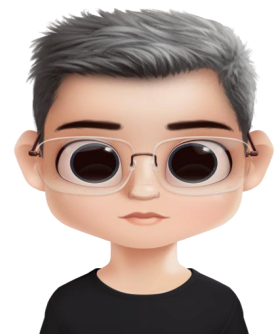
Transmissão



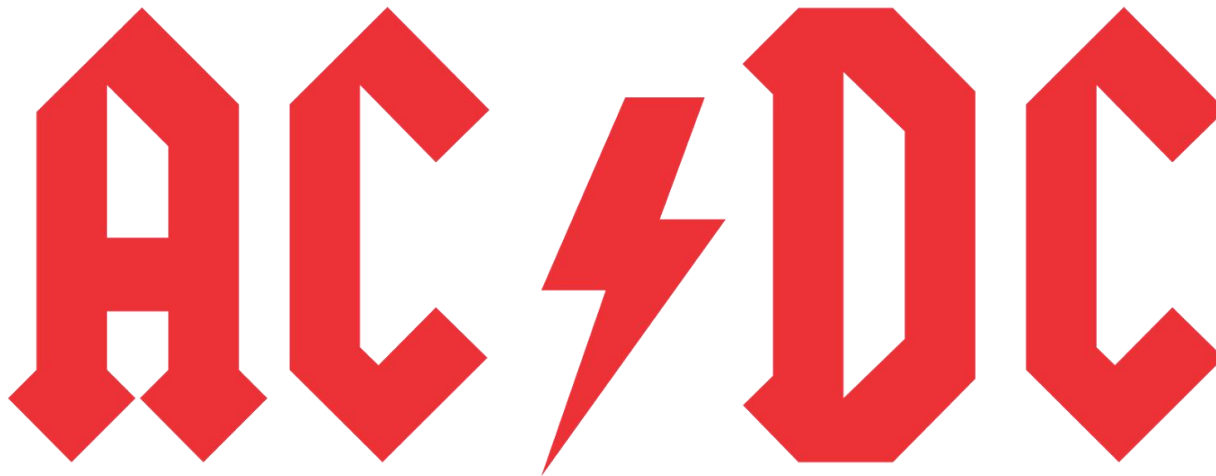
Distribuição



Consumidor Final



A energia elétrica é transportada sob a forma de corrente elétrica e pode apresentar-se sob duas formas



Tal nome teria sido achado na placa existente atrás de uma máquina de costura (que deveria ser provida de um motor universal) de **Margaret Young**, irmã de **Angus e Malcolm Young**.

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



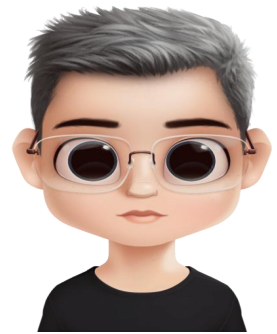
Transmissão



Distribuição



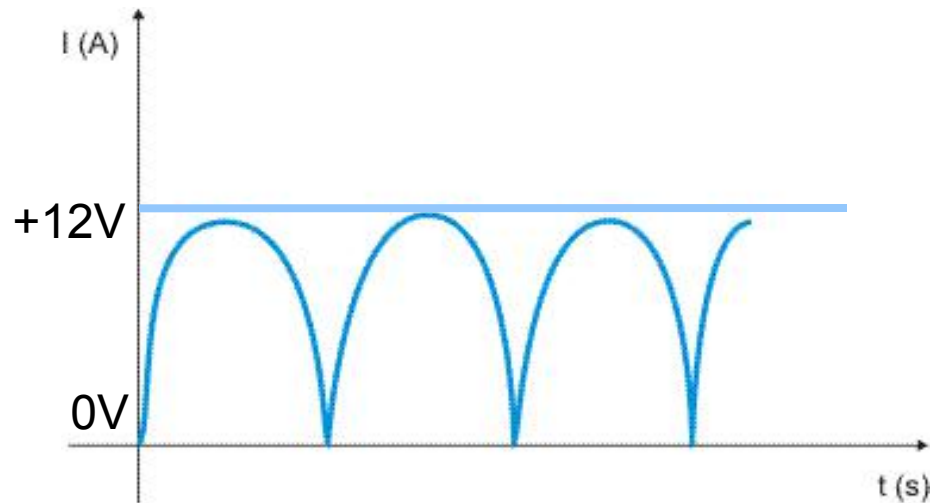
Consumidor Final



Corrente Contínua é o **fluxo ordenado de elétrons num único sentido** mediante a presença de uma **diferença de potencial (Tensão)**.



Corrente Contínua: Não possui variação de sentido e diferença de potencial (tensão).



Corrente Contínua Pulsante: Não possui variação de sentido mais possui diferença de potencial.

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



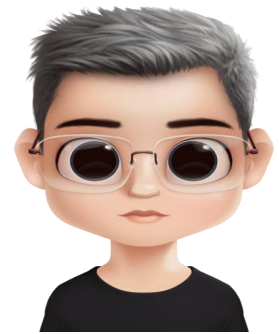
Transmissão



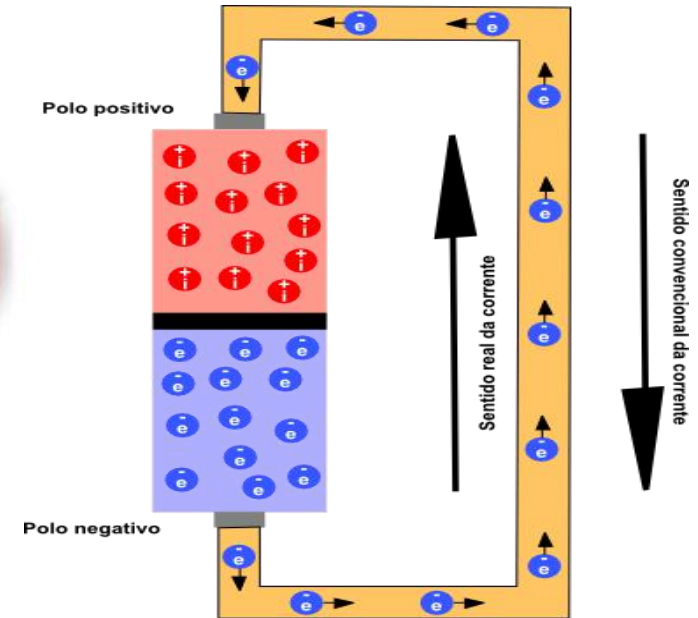
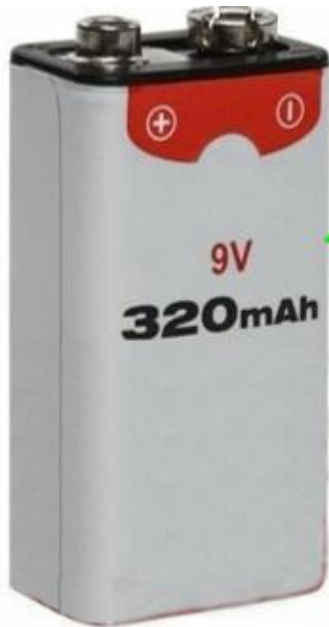
Distribuição



Consumidor Final



Corrente Contínua tem sua **Polaridade** bem definida com um **Polo Negativo** e outro **Positivo**, sendo que a corrente permanece em uma só **Polaridade Continuamente**.



Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



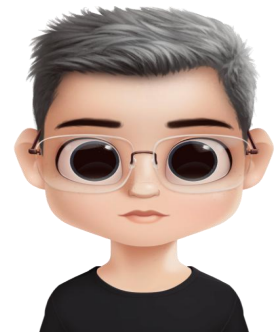
Transmissão



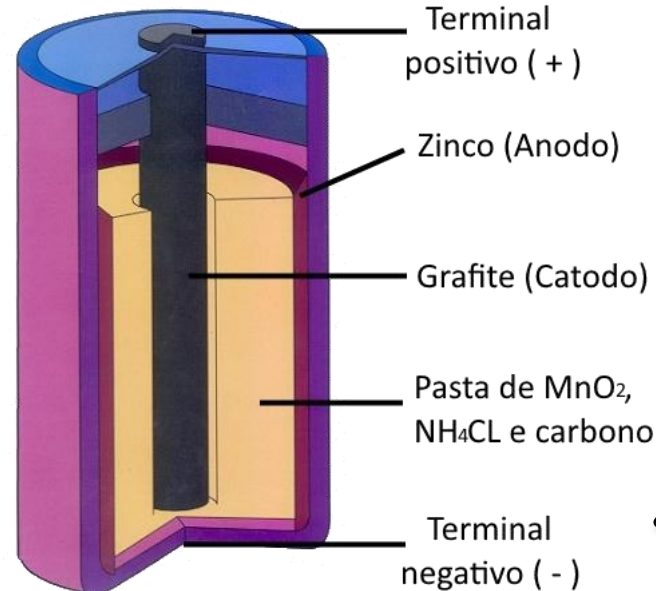
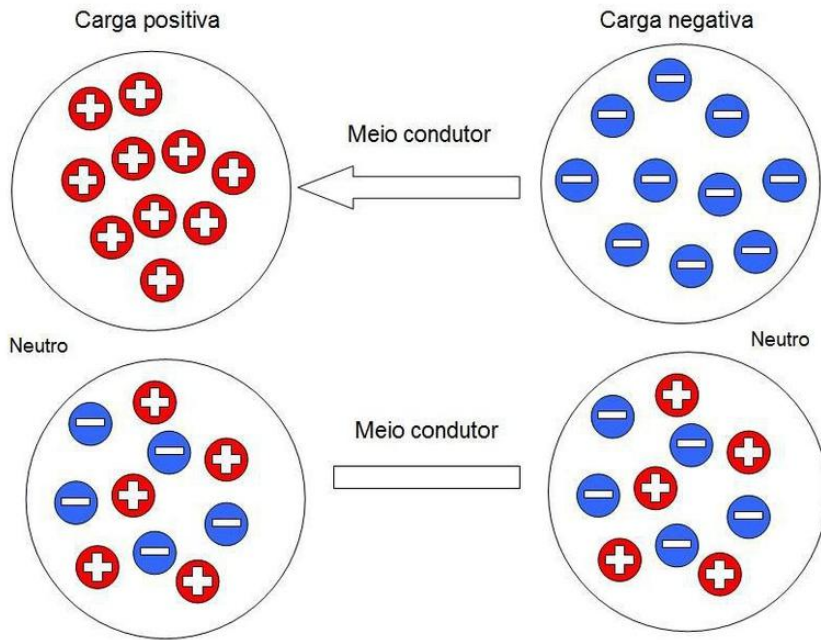
Distribuição



Consumidor Final



Os elétrons da **Corrente Contínua** são atraídos para o ponto com **Menor Potencial** e saindo do ponto de **Maior Potencial**, por não ter variação a corrente contínua não tem **Frequência**.



Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



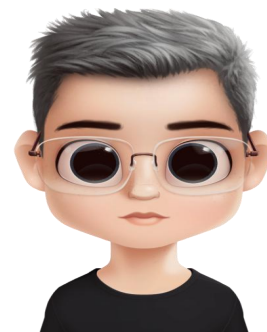
Transmissão



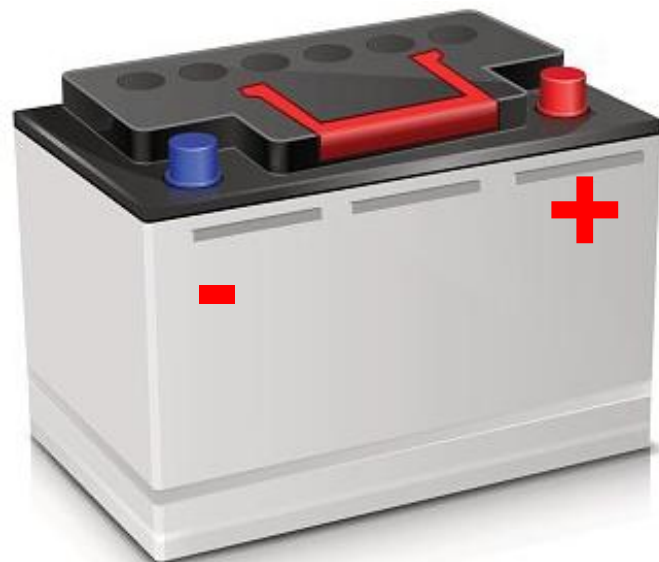
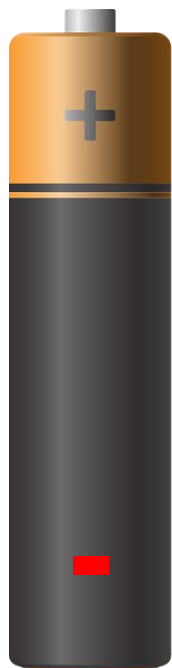
Distribuição



Consumidor Final



CUIDADO!!!: Pelo fato da **Corrente Contínua** ser **invariável** (não muda a polaridade), deve-se prestar **muita atenção** ao encaixar **Pilhas** ou **Baterias** em produtos **Eletroeletrônicos**.



Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



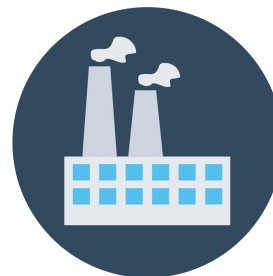
Geração



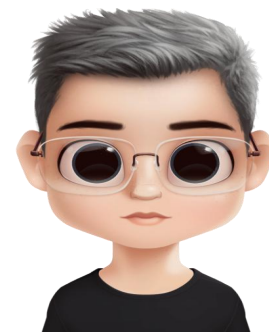
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Corrente Contínua de Alta Tensão (Trólebus 615VCC, Trens 750VCC e Metrô 1500VCC)



O Trem da CPTM é utilizado como transporte ferroviário, possui atualmente 94 estações ativas em sete linhas, que totalizam 273 km na sua malha ferroviária.



O Troleibus ou Trólebus é um autocarro elétrico, alimentado por uma catenária de dois cabos superiores a partir da qual recebe a energia elétrica mediante duas hastes.



O Metrô de SP é um sistema de transporte metroviário com uma extensão de 101,1 km de linhas ferroviárias distribuídas em seis linhas, que possuem um total de 89 estações

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



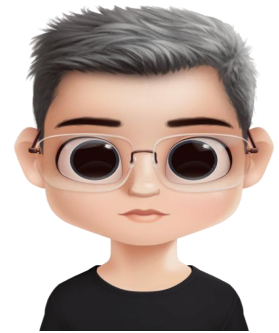
Transmissão



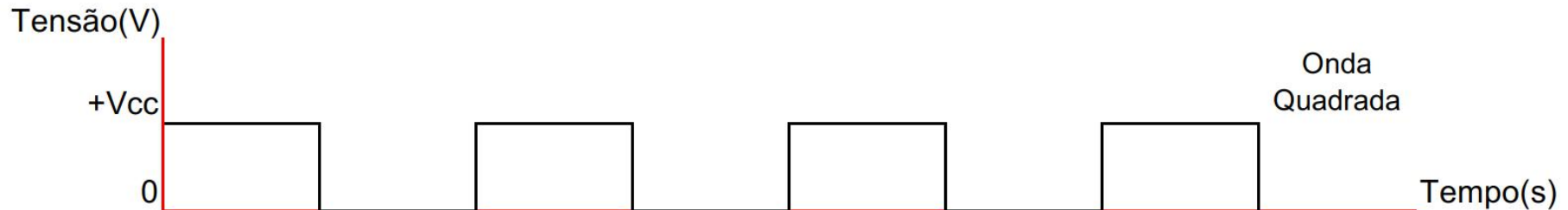
Distribuição



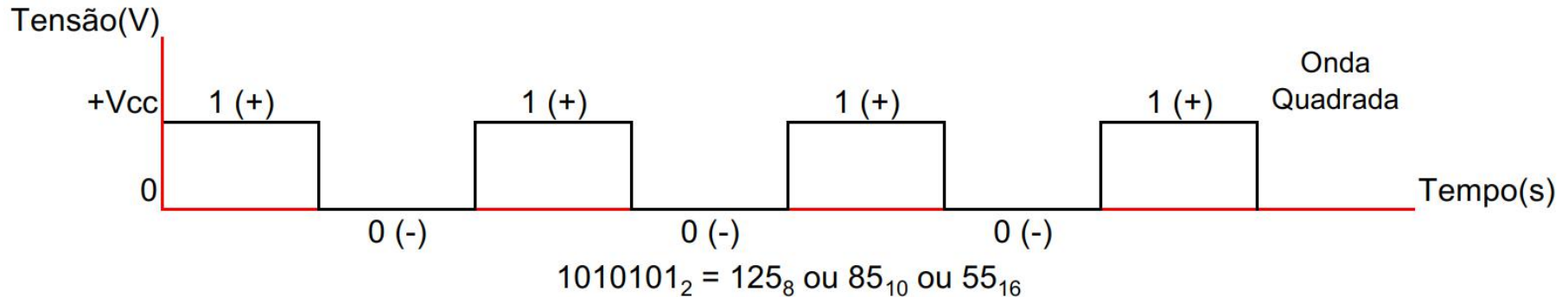
Consumidor Final



Relação da **Corrente Contínua** com a **Informática (Eletroeletrônicos)**



Código Binário: sistema de **Numeração Posicional de Base 2: 0 (zero) ou 1 (um)**



Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



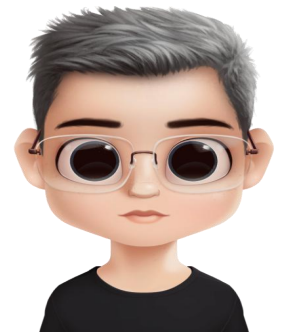
Transmissão



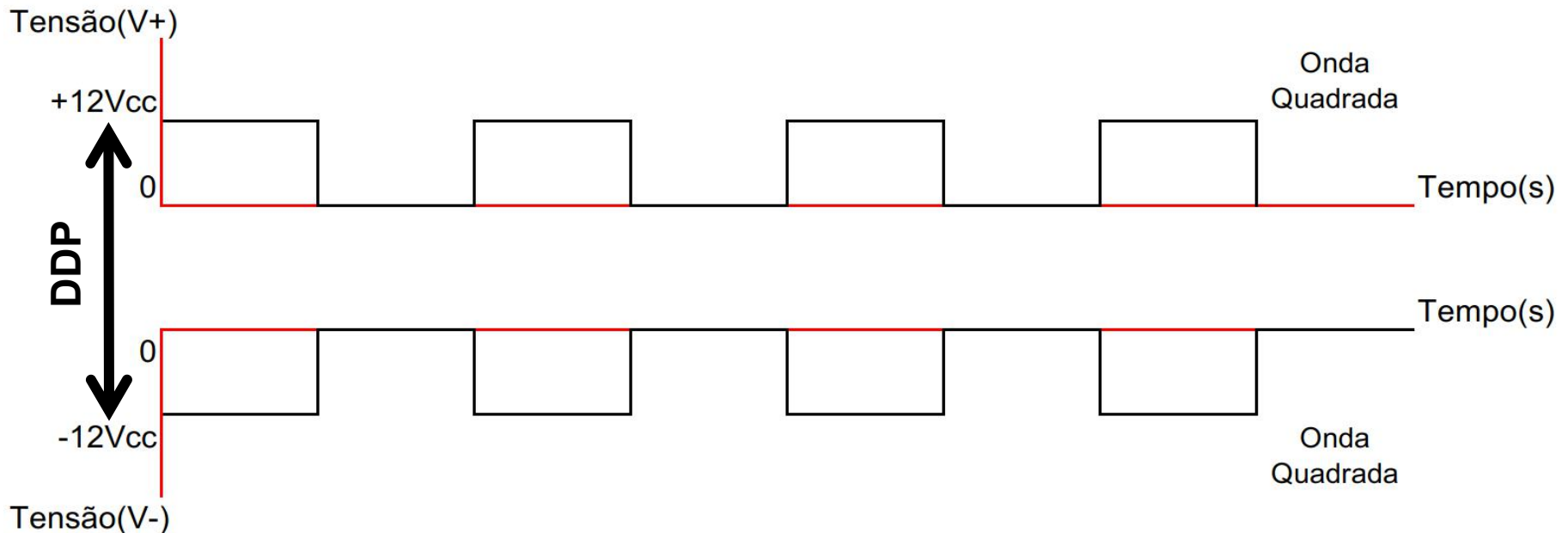
Distribuição



Consumidor Final



CUIDADO!!!! Corrente Contínua pode ter Valores **Positivo** ou **Negativo**



Observação: Fontes de Alimentação de Computadores **ATX** (Advanced Technology Extended) possui tensões de **+12Vcc** e **-12Vcc**, com esses valores de **DDP**, temos a Tensão de **24Vcc (CUIDADO COM A CORRENTE EM 24Vcc)**

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



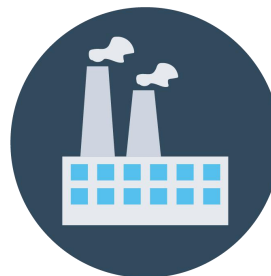
Geração



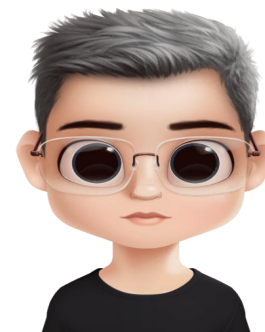
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Valores de Tensão Corrente Contínua e Padronização de Cores

| | | | | | | | |
|------------|--|--|-------------|------------|--|--|-------------|
| (+3.3V) 1 | | | 11 (+3.3V) | (+3.3V) 1 | | | 13 (+3.3V) |
| (+3.3V) 2 | | | 12 (-12V) | (+3.3V) 2 | | | 14 (-12V) |
| (Ground) 3 | | | 13 (Ground) | (Ground) 3 | | | 15 (Ground) |
| (+5V) 4 | | | 14 (PS-ON) | (+5V) 4 | | | 16 (PS-ON) |
| (Ground) 5 | | | 15 (Ground) | (Ground) 5 | | | 17 (Ground) |
| (+5V) 6 | | | 16 (Ground) | (+5V) 6 | | | 18 (Ground) |
| (Ground) 7 | | | 17 (Ground) | (Ground) 7 | | | 19 (Ground) |
| (PG) 8 | | | 18 (-5V) | (PG) 8 | | | 20 (-5V) |
| +5VSB) 9 | | | 19 (+5V) | +5VSB) 9 | | | 21 (+5V) |
| (+12V) 10 | | | 20 (+5V) | (+12V) 10 | | | 22 (+5V) |
| | | | | (+12V) 11 | | | 23 (+5V) |
| | | | | (+3.3V) 12 | | | 24 (Ground) |

| Cor | Tensão |
|----------|-------------|
| Preto | 0V - Terra* |
| Laranja | +3,3V |
| Vermelho | +5V |
| Amarelo | +12V |

* Ground ou GND = Terra ou Aterramento.

Observação: Existe várias Tensões em Corrente Contínua, vamos estudar somente as **principais** encontradas em **Fonte de Alimentação de Computadores ATX ou BTX** (Advanced Technology Extended - Balanced Technology Extended)

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



Geração



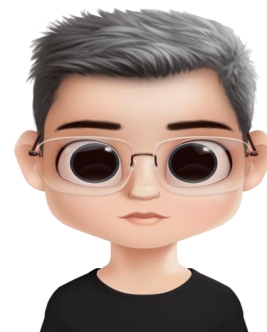
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Tolerância de **Tensão** Corrente Contínua **Fonte de Alimentação**

| Cor | Tensão Normal | Tensão Mínima | Tensão Máxima | Tolerância |
|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Preto | 0V GND* | 0 Volts | 0 Volts | ± 0 % |
| Laranja | 3,3V | +3,14 Volts | +3,47 Volts | ± 5 % |
| Vermelho | 5V | +4,75 Volts | +5,25 Volts | ± 5 % |
| Amarelo | 12V | +11,4 Volts | +12,6 Volts | ± 5 % |
| Azul | -12V | -10,8 Volts | -13,2 Volts | ± 10 % |
| Branco | -5V | -4,50 Volts | -5,5 Volts | ± 10 % |
| Roxo | +5VSB* | +4,75 Volts | +5,25 Volts | ± 5 % |

Corrente Contínua, Corrente Direta, Corrente Galvânica ou Corrente Constante (CC ou DC do inglês Direct Current)



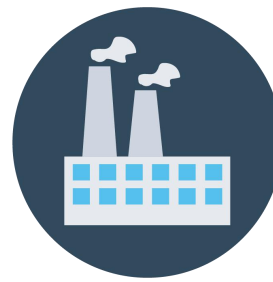
Geração



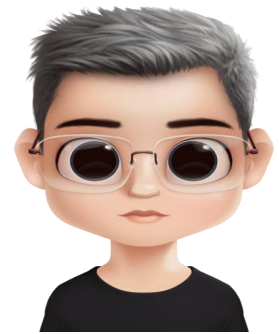
Transmissão



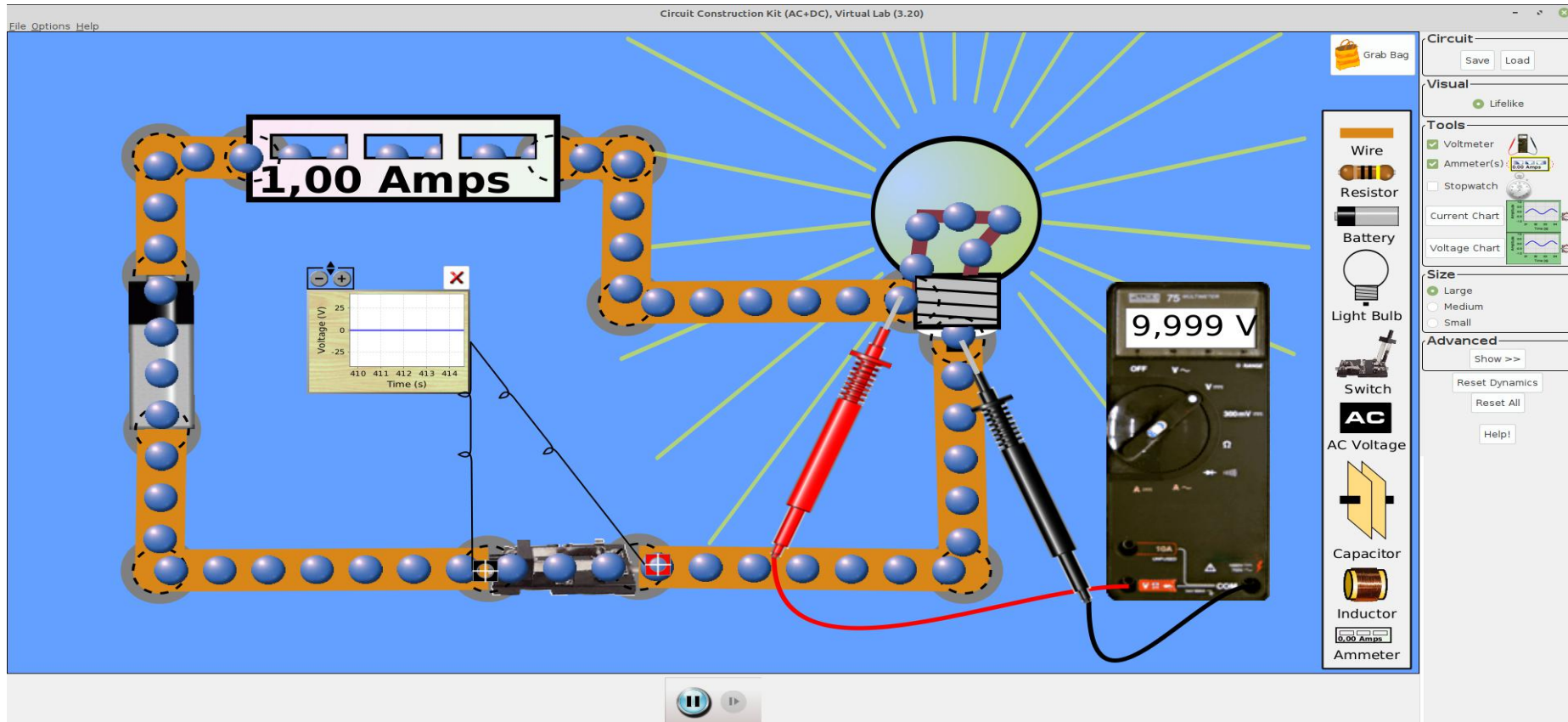
Distribuição



Consumidor Final



Exemplo Prático: **Simulador**





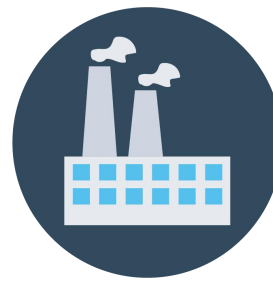
Geração



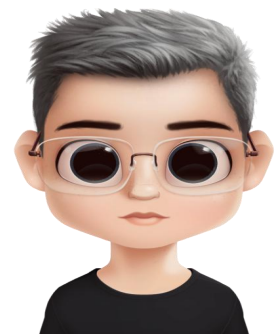
Transmissão



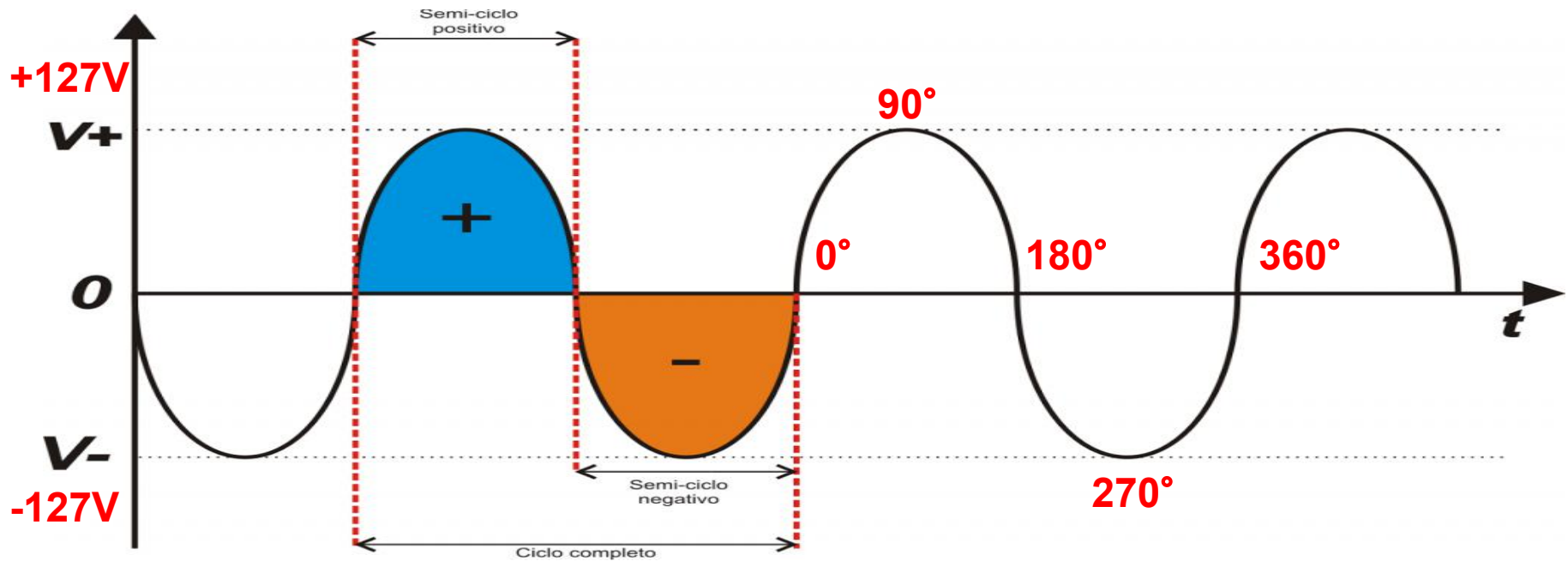
Distribuição



Consumidor Final



Corrente Alternada é uma corrente elétrica **cujo sentido varia no tempo**, ao contrário da corrente contínua cujo sentido permanece constante ao longo do tempo, a forma de onda da corrente alternada é **Senoidal**.



Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



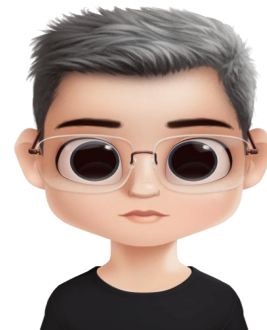
Transmissão



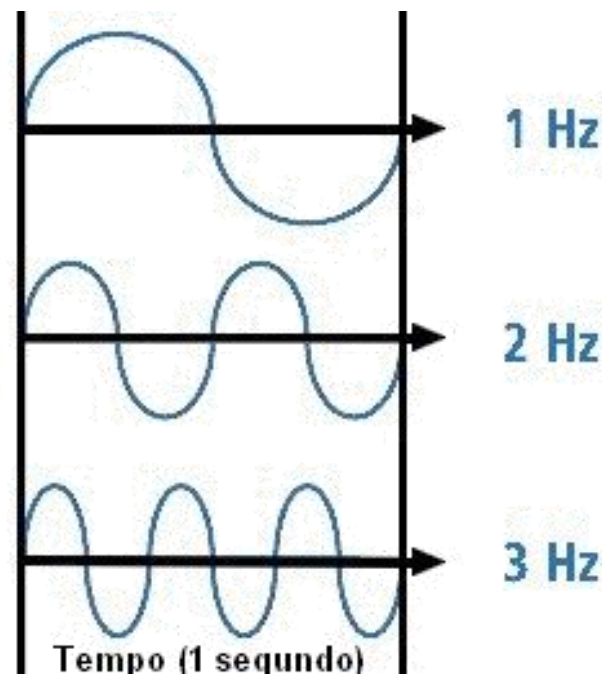
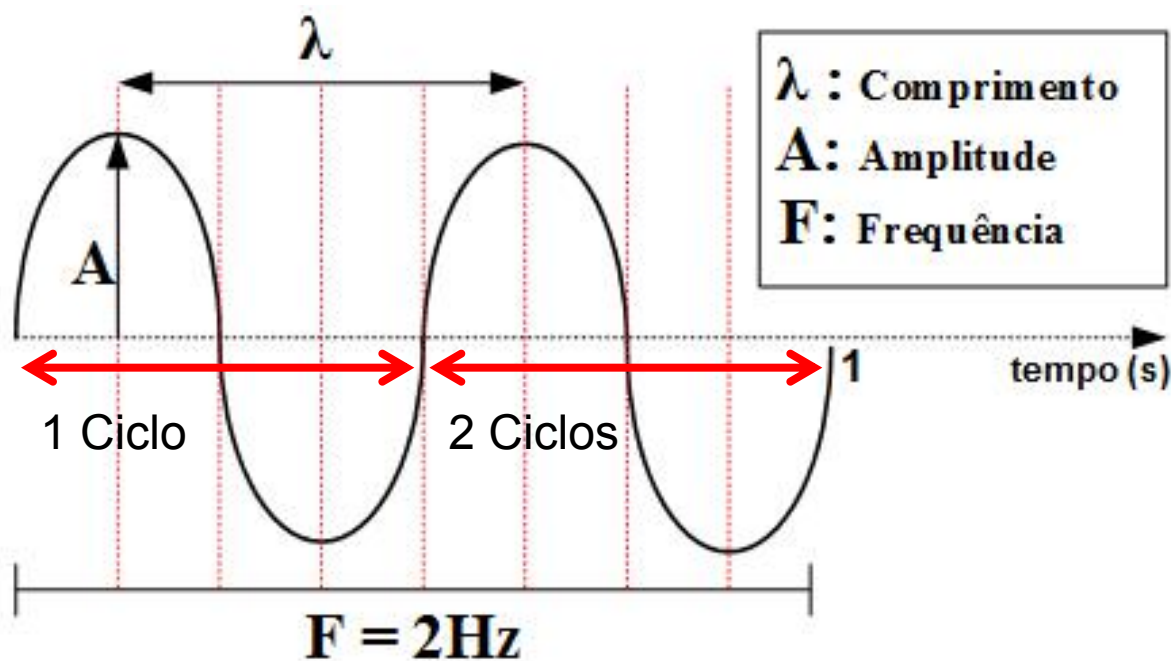
Distribuição



Consumidor Final



Corrente Alternada os elétrons se movem em **Dois Sentidos**, do **Positivo** para o **Negativo** e **Vice-Versa** várias vezes no intervalo de **Um Segundo**, esse movimento super rápido é o que se chama de **Frequência da Corrente** (um ciclo por segundo Hz c/s).



Frequência Elétrica – Medida em Hz (Hertz) - Foi batizada em honra ao físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894).



Geração



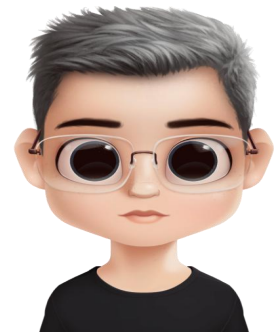
Transmissão



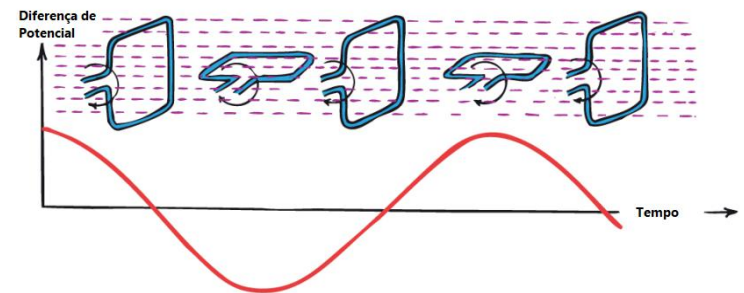
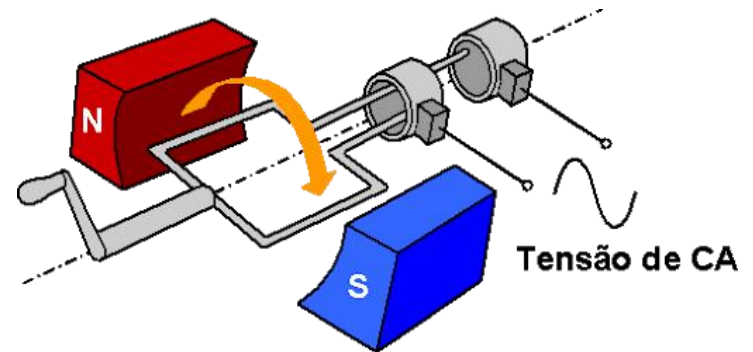
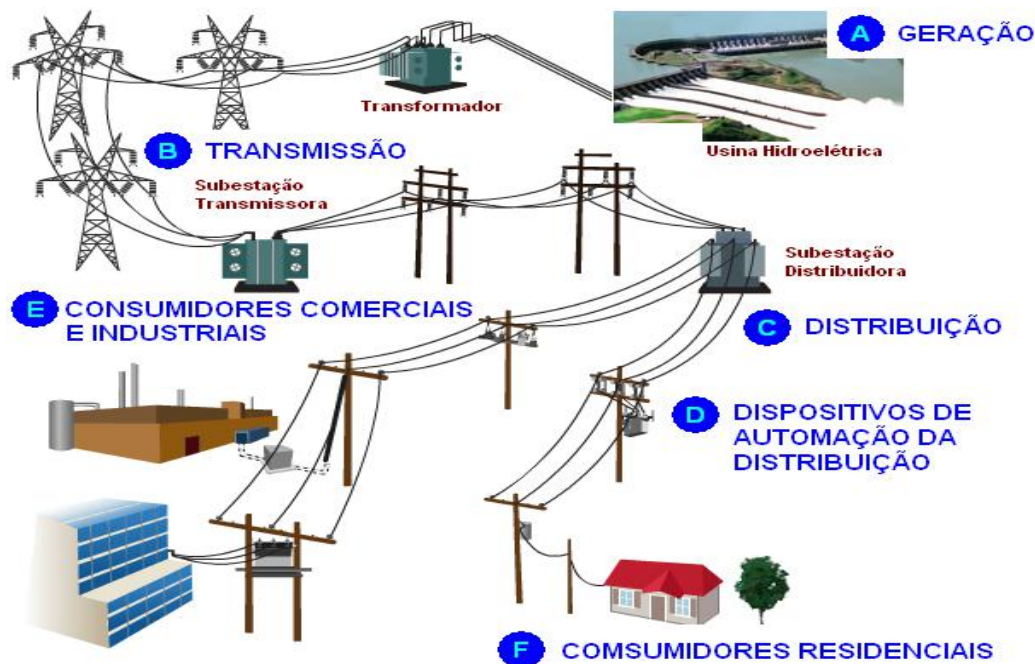
Distribuição



Consumidor Final



Corrente Alternada é usada principalmente na **Transmissão** e **Distribuição** de energia por **Longas Distâncias**, pois não tem tantas perdas de energia, que é uma vantagem em relação à **Corrente Contínua**.



Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



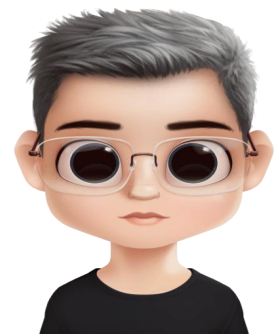
Transmissão



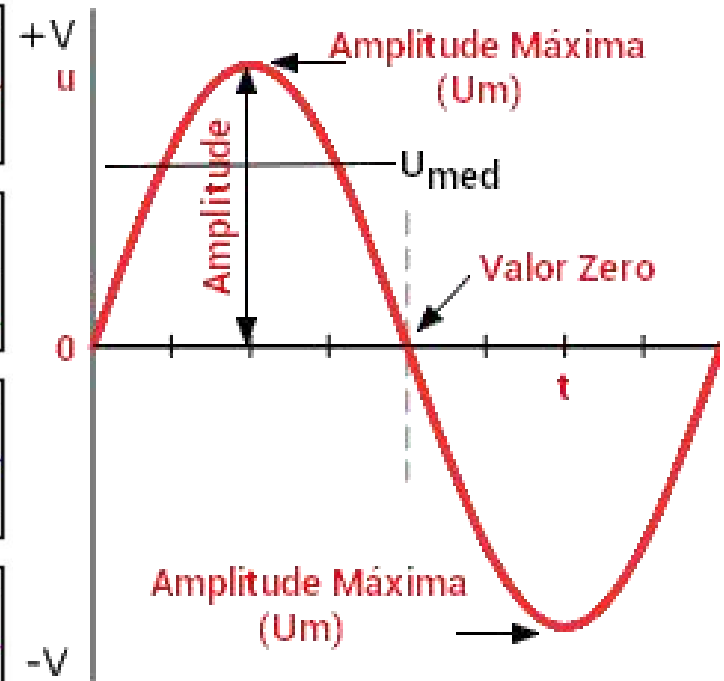
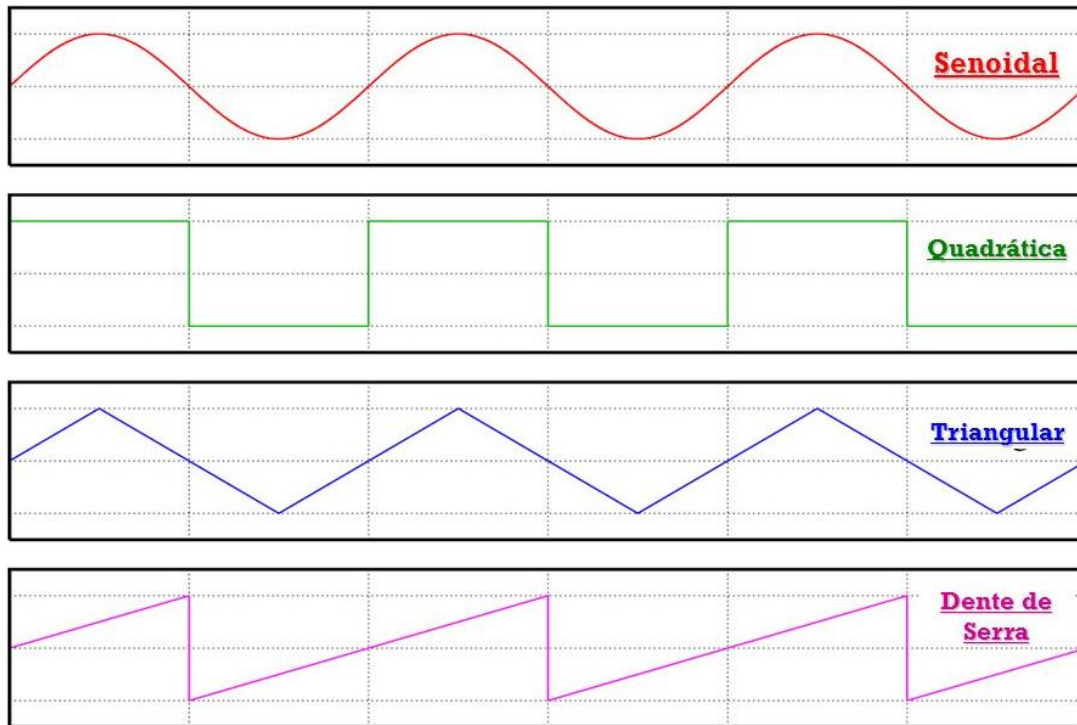
Distribuição



Consumidor Final



Corrente Alternada possui vários tipos de **Sinais Alternados**, sendo elas: **Senoidal**, **Quadrada**, **Triangular** ou **Dente de Serra**.



Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



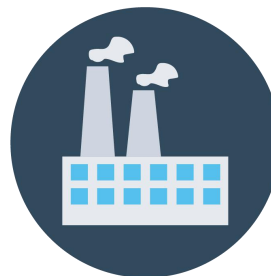
Geração



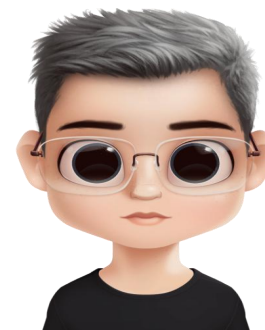
Transmissão



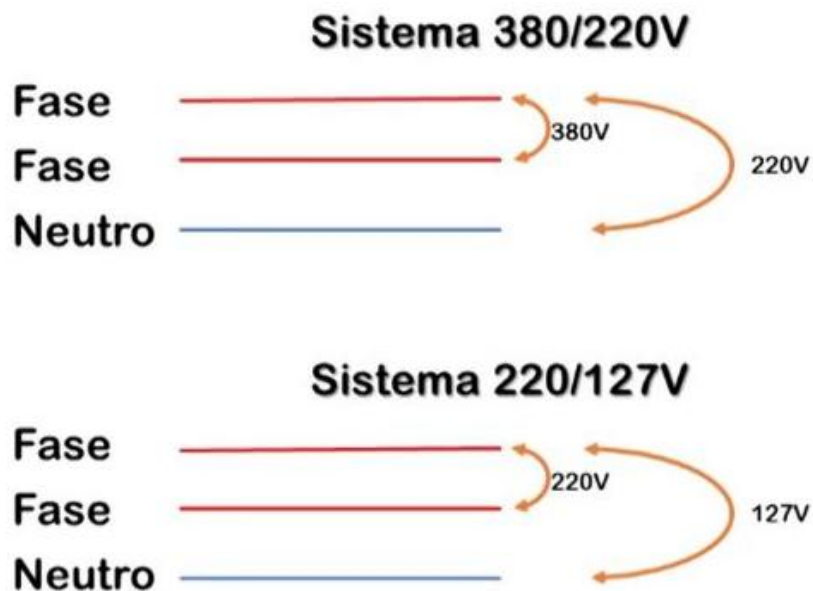
Distribuição



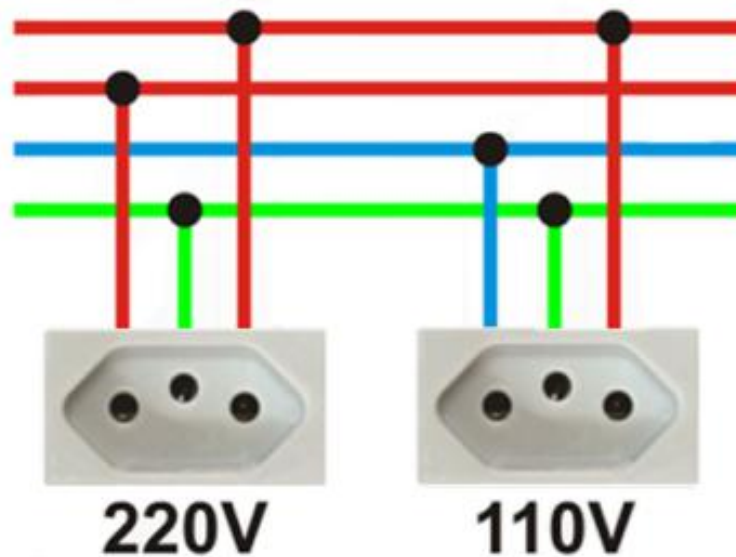
Consumidor Final



Corrente Alternada também possui **Polaridade** (Positivo e Negativo) igual a **CC**, mais essa polaridade muda no decorrer do tempo (**Frequência**), seu nome é diferente da **CC** (Polo Positivo e Negativo), chamamos de: **Fase** e **Neutro**.



Fase
Fase
Neutro
Terra



Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



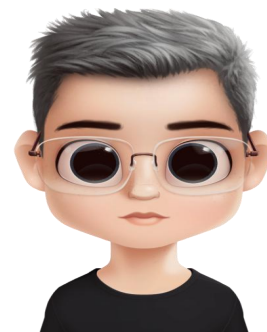
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Valores de Tensão Corrente Alternada e Padronização de Cores

| Norma Regulamentadora NR-10 Norma Regulamentadora NBR-5410 | |
|---|---|
| Alta Tensão AT | > 1000 Volts |
| Baixa Tensão BT | $\geq 50 \text{ volts} \leq 1000 \text{ Volts}^*$ |
| Extra-Baixa Tensão EBT | < 50 Volts |

* **ANEEL** = Agência Nacional de Energia Elétrica.

| Cor | Aplicação |
|----------------------|-----------------------|
| Vermelho* | Fase |
| Azul | Neutro |
| Preto | Fase/Retorno** |
| Verde/Amarelo | Terra** |
| Amarelo | Retorno** |

** **Ground ou GND** = Terra ou Aterramento.

Observação: Existe várias Tensões em Corrente Alternada, vamos estudar somente as principais encontradas em **Residências e Pequenos Comércios/Indústria**.

Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



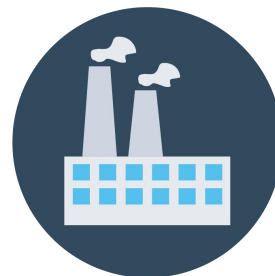
Geração



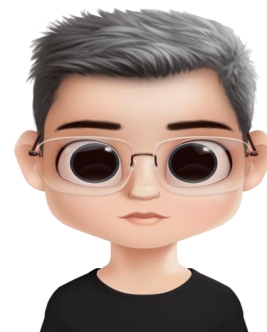
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Faixas de **Tensão Nominal** Corrente Alternada em **São Paulo** e no **Brasil**

SP - São Paulo

São Paulo

CERIS

Tensão Nominal 1 230/115 volts

Tensão Nominal 2 220/127 volts

Enel Distribuição São Paulo

Tensão Nominal 1 440/220 volts

Tensão Nominal 2 380/220 volts

Tensão Nominal 3 230/115 volts

Tensão Nominal 4 220/127 volts

Tensão Nominal 5 208/120 volts

Faixa de
Tensão
Nominal
utilizada nos
Cálculos
127V e 220V

Observação: Verificar sempre o **Site da ANEEL** sobre as Faixas de Tensão em cada Estado/Município: <https://www.aneel.gov.br/tensoes-nominais>.

Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



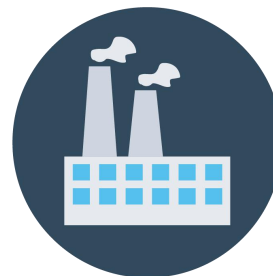
Geração



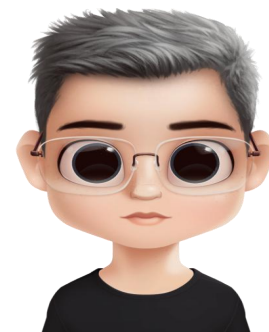
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Tolerância de **Tensão Nominal** Corrente Alternada (**Não padronizada**)

| Tensão Nominal | Tensão Mínima | Tensão Máxima | Tensão Média |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| 230/115V | 216V | 241V | 228,5V |
| | 108V | 127V | 117,5V |
| 240/120V | 216V | 254V | 235V |
| | 108V | 127V | 117,5V |
| 254/127V | 232V | 264V | 248V |
| | 116V | 132V | 124V |
| 220/127V | 201V | 231V | 216V |
| | 116V | 133V | 124,5V |

Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



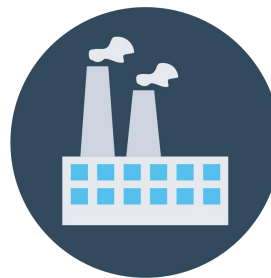
Geração



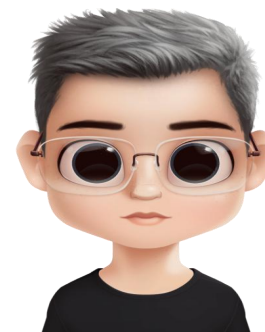
Transmissão



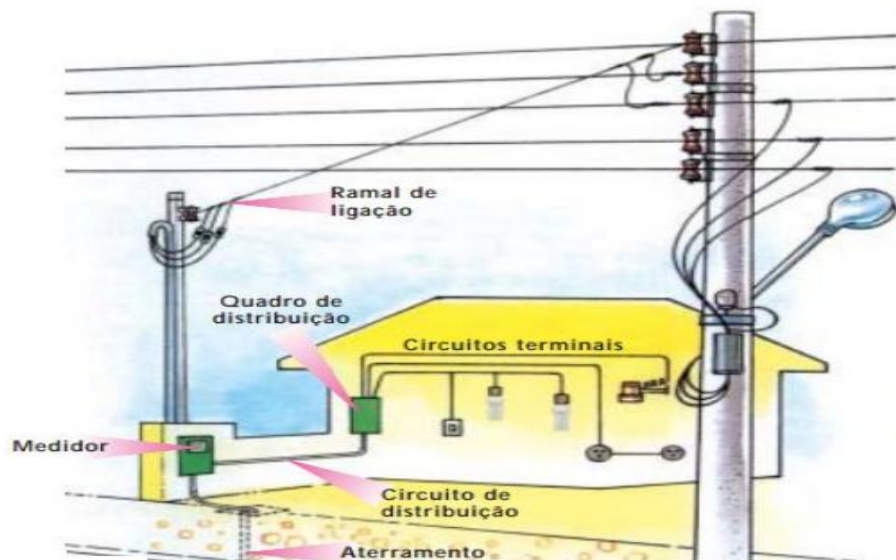
Distribuição



Consumidor Final



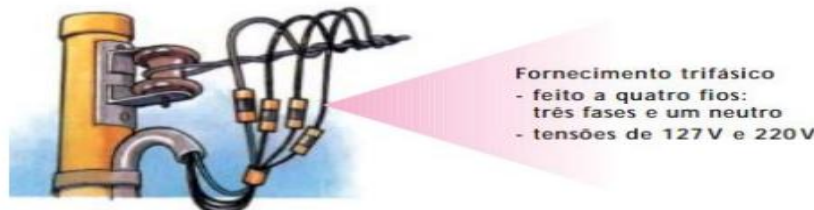
Fornecimento de **Tensão Nominal** Corrente Alternada (Monofásico **1F1N**, Bifásico **2F1N** ou Trifásico **3F1N**)



Fornecimento monofásico
- feito a dois fios:
uma fase e um neutro
- tensão de 127V



Fornecimento bifásico
- feito a três fios: duas
fases e um neutro
- tensões de
127V e 220V



Fornecimento trifásico
- feito a quatro fios:
três fases e um neutro
- tensões de 127V e 220V

Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



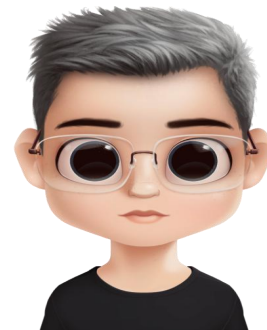
Transmissão



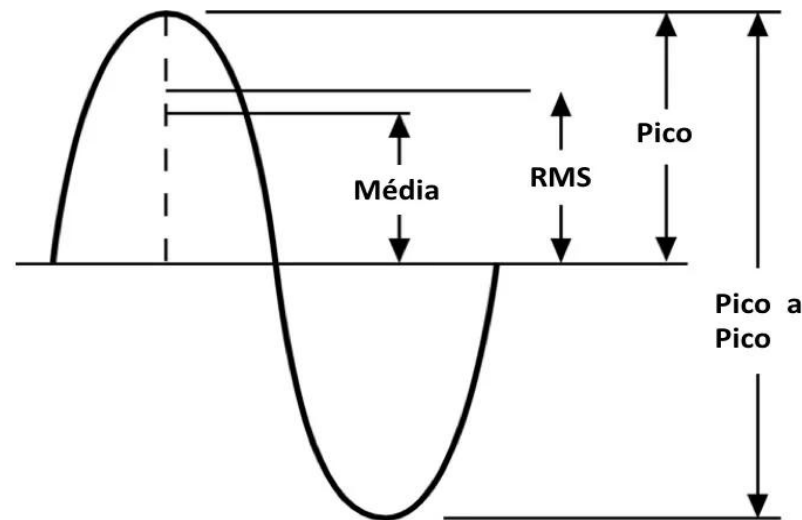
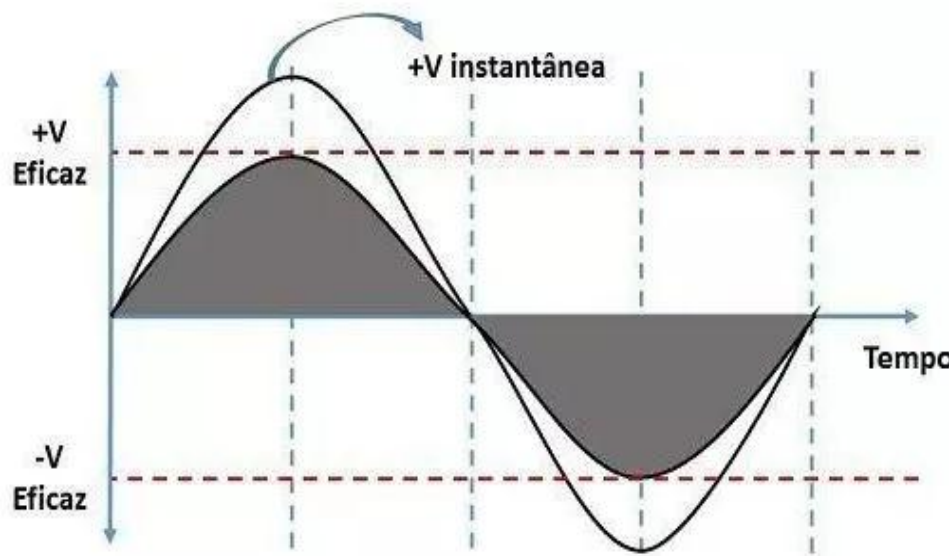
Distribuição



Consumidor Final



Tensão de **Pico**, Tensão de **Pico a Pico**, Tensão **Eficaz** e **RMS**,
Tensão **Média**, Tensão **Instantâneo** e **Frequência** em **CA**



Observação: Esses valores são de **Extrema Importância** para dimensionar corretamente os: **Disjuntores (DR e DPS)**, **Filtro de Linha**, **Estabilizador** e **Nobreak**.

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



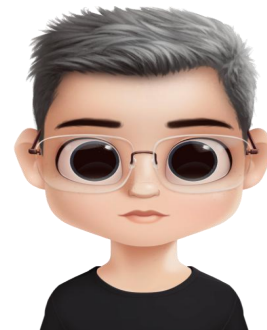
Transmissão



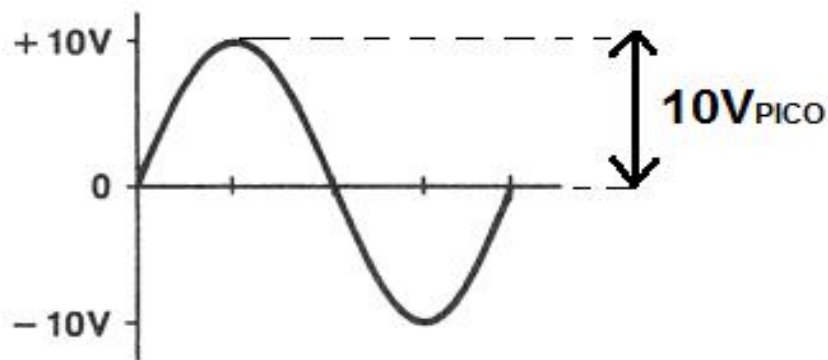
Distribuição



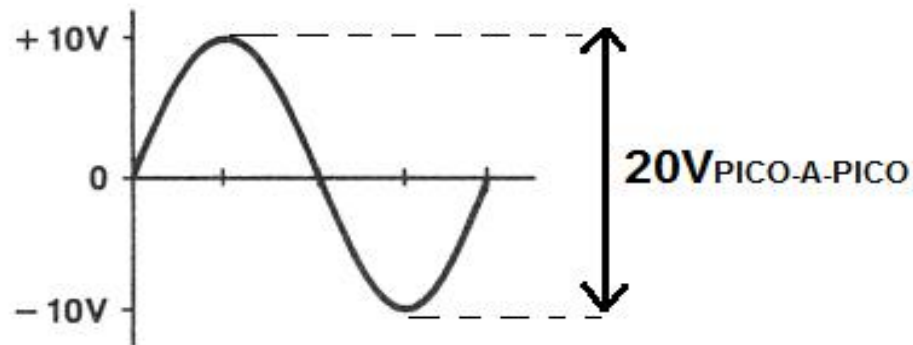
Consumidor Final



Tensão de **Pico** e Tensão de **Pico a Pico**



Tensão de Pico é o valor **Máximo** que a tensão atinge em cada **Semiciclo** (metade da onda senoidal) **Positiva** ou **Negativa** (considerando que os dois picos são iguais).



Tensão de Pico a Pico é o valor medido entre o **Pico Positivo** e o **Negativo** de um **Ciclo** (onda senoidal completa), considerando que os **dois semiciclos são iguais**.

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



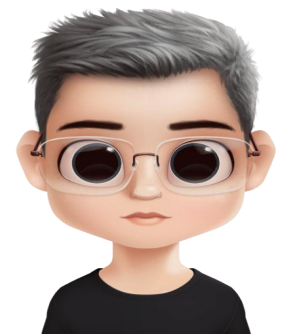
Transmissão



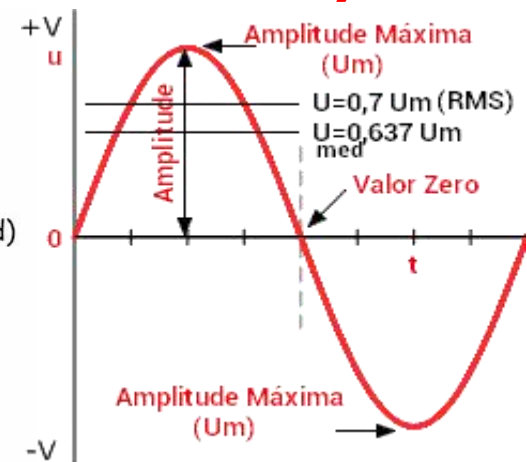
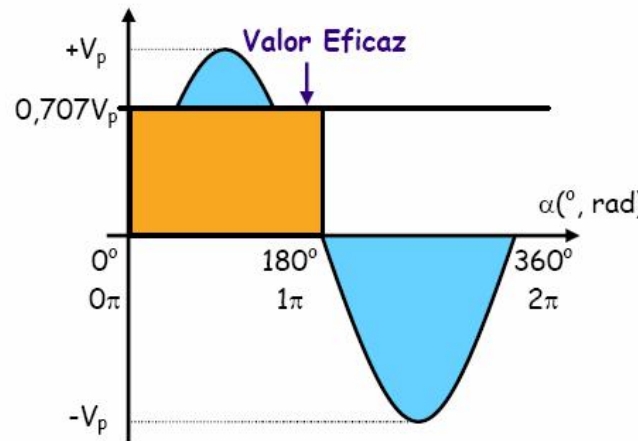
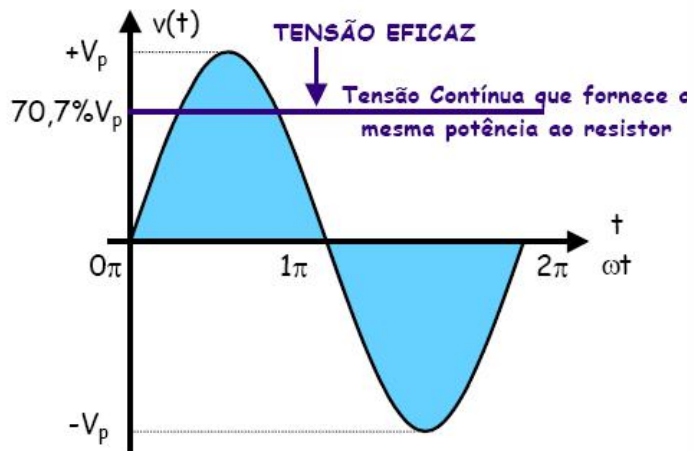
Distribuição



Consumidor Final



Tensão **Eficaz** ou **RMS (True RMS)**



Tensão Eficaz ou **RMS** (Root mean square - Raiz quadrada média $\sqrt{2}/2$) é uma medida **Estatística** da magnitude de uma quantidade **variável**. As tensões indicadas em **Tomadas de Energia** e equipamentos **Eletroeletrônicos** (127V ou 220V) são os valores **RMS** e não os valores de **Pico** (Amplitude). Então uma **Tensão Nominal** de **127V** tem uma **Tensão de Pico** de **180V** (**RMS = 0,707** ou **70,7%** do valor de Pico)

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



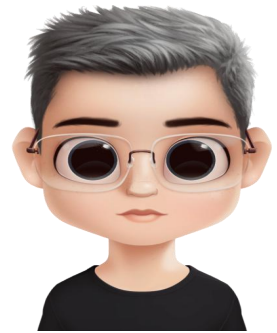
Transmissão



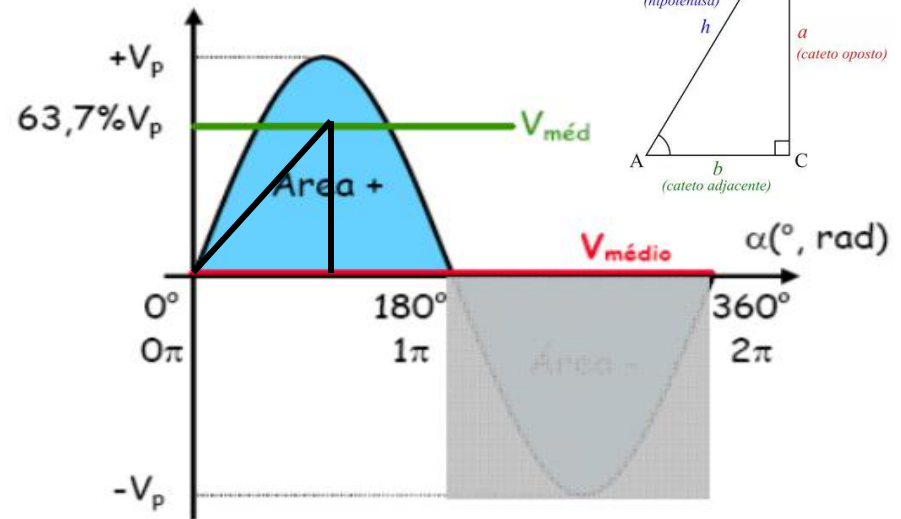
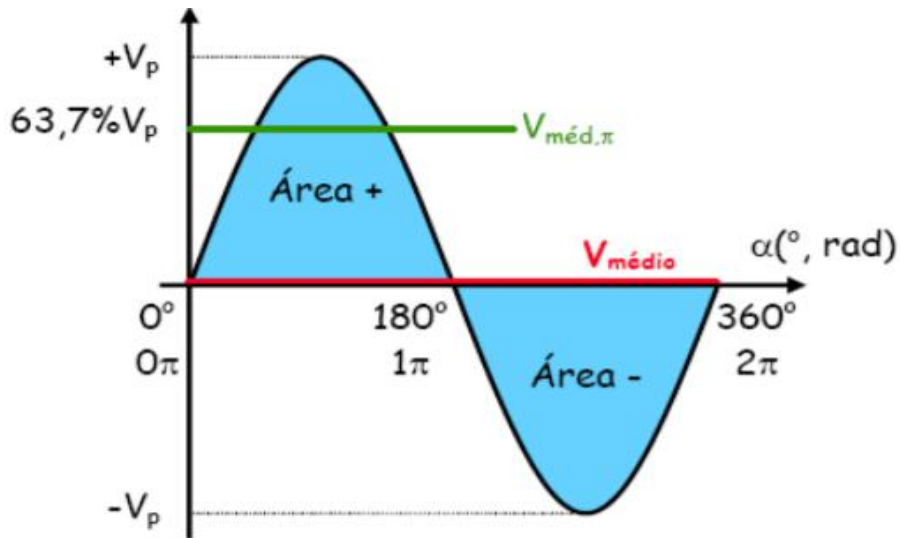
Distribuição



Consumidor Final



Tensão Média (Vac)



Tensão Média: Em um **Ciclo Completo** de uma **Onda Senoidal**, o valor **Médio** é sempre **Nulo (0 zero)**, para chegar no valor **Médio** utilizamos a **Média Aritmética** do **Intervalo de Tempo de Um Semiciclo** (Positivo ou Negativo). Então uma **Tensão Nominal** de **127V** tem uma **Tensão Média** de **115V** ($\pi \text{ Pi} = 3,14$ - $V_{méd} = 0,637$ ou **63,7%** do valor de **Pico**)

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



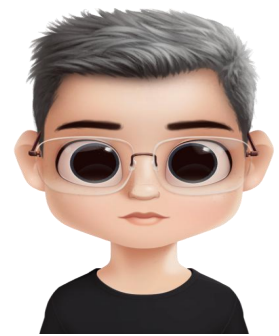
Transmissão



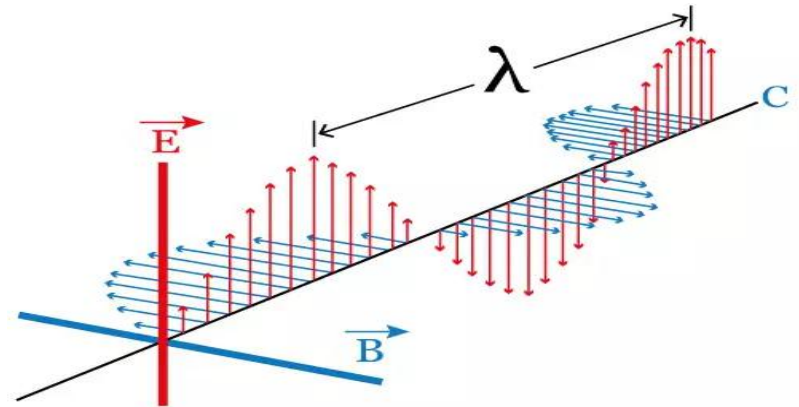
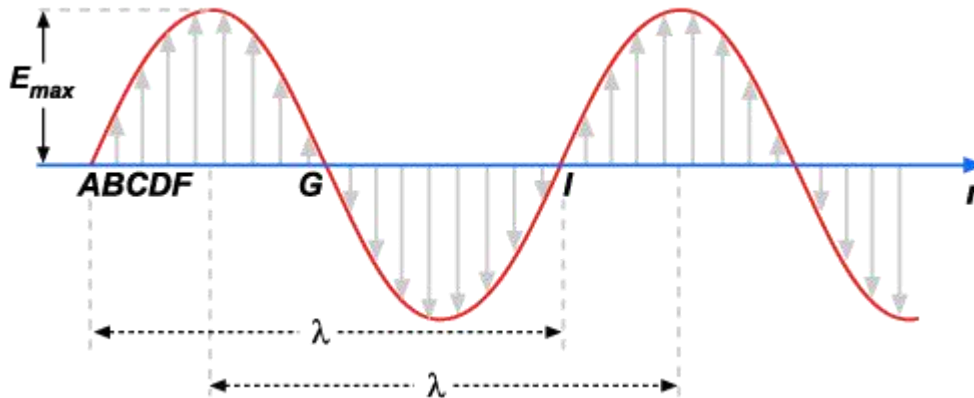
Distribuição



Consumidor Final



Tensão **Instantâneo**



Instantâneo: Pelo fato dos **Ciclos de Tensão** corresponderem à Rotação da Espira em torno de um Círculo, as partes desse círculo são expressas em **Ângulos**. O círculo completo = **360°**, meio círculo = **180°**, um quarto de volta = **90°**. Os graus são expressos em **Radianos (rad)**. Um círculo completo = **360° = 2π rad**. O valor Instantâneo da Tensão é a medição em um exato ponto do semicíclo em graus.

Corrente Alternada ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



Geração



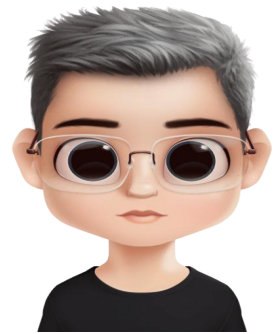
Transmissão



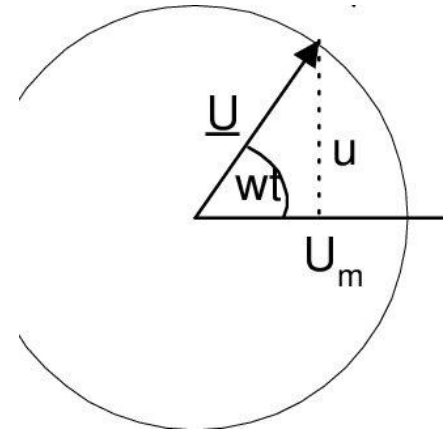
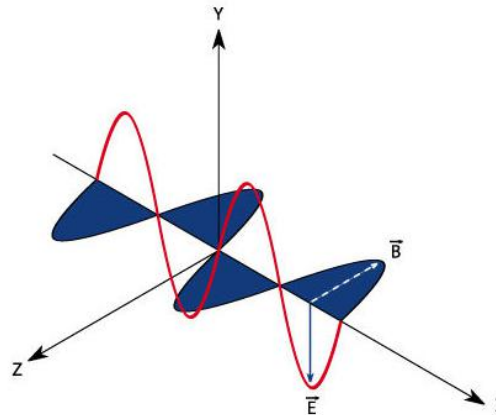
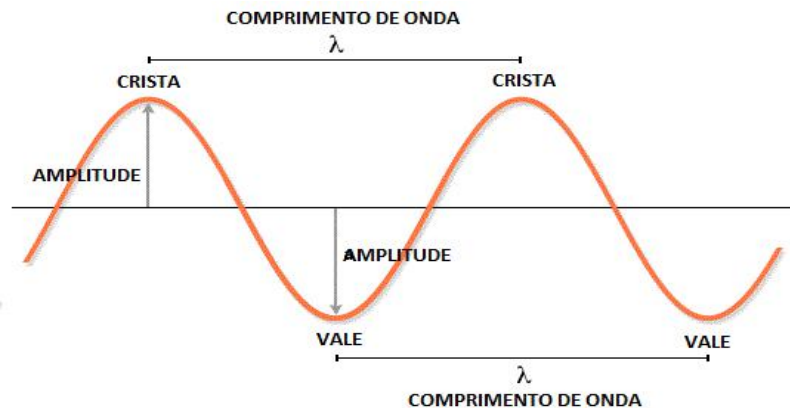
Distribuição



Consumidor Final



Frequência Corrente Alternada no Brasil



Frequência: No **Sistema Brasileiro de Transmissão de Energia Elétrica**, ocorrem **120 inversões a cada segundo**, ou seja, a corrente elétrica, a cada segundo, percorre o condutor **60 vezes num sentido e 60 vezes em sentido contrário**. Por isso, dizemos que a corrente elétrica no Brasil tem Frequência de **60 Hz ou 60 ciclos por segundo** podendo variar de **59,9 Hz e 60,1 Hz**. (China, Japão, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e na Europa é usada a frequência de **50Hz**)

Corrente Alterna ou Corrente Alternada (CA ou AC - do inglês Alternating Current)



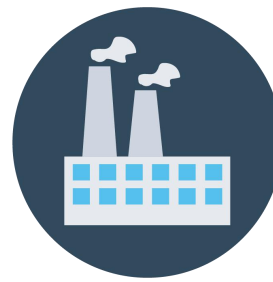
Geração



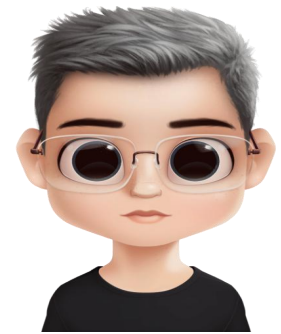
Transmissão



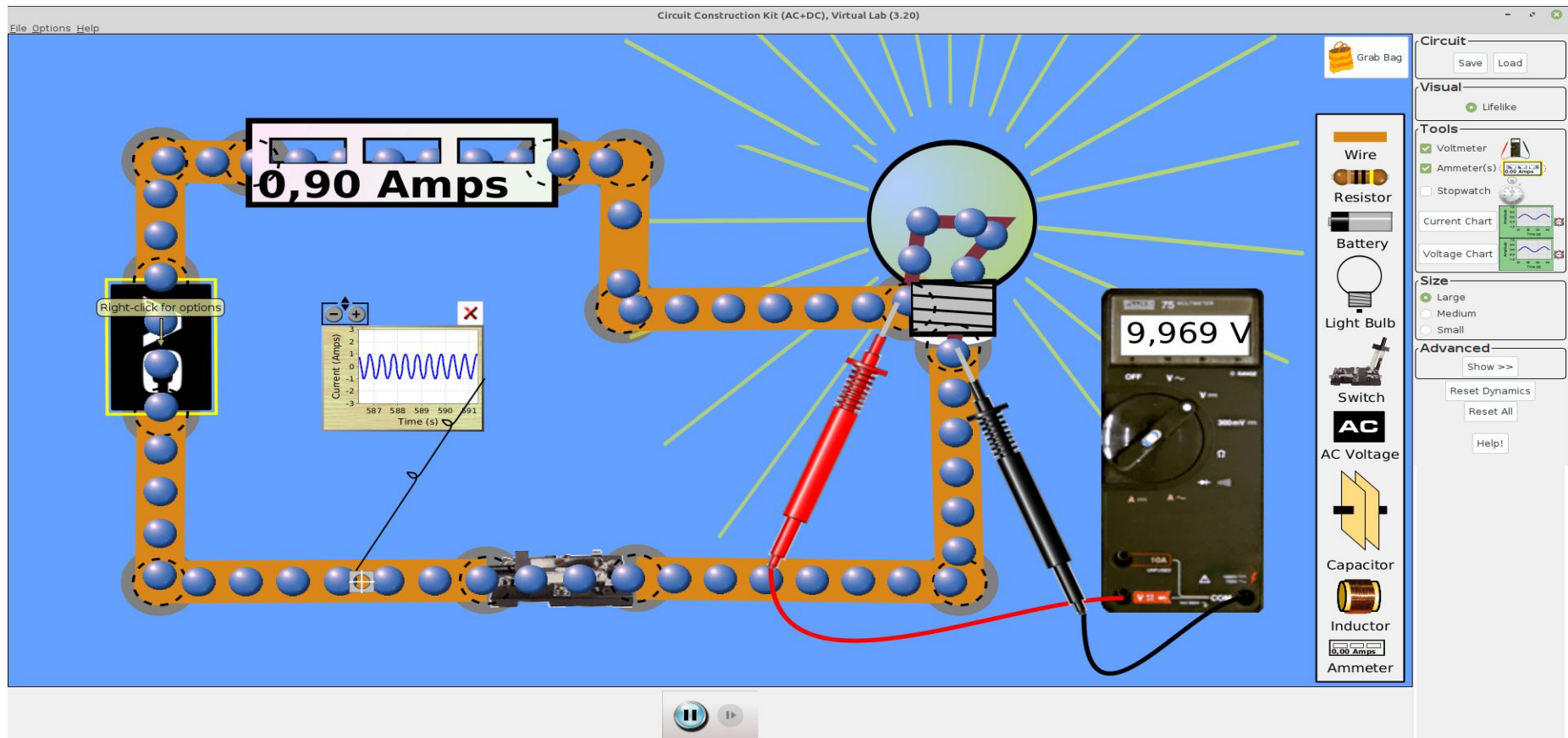
Distribuição



Consumidor Final



Exemplo Prático: **Simulador**





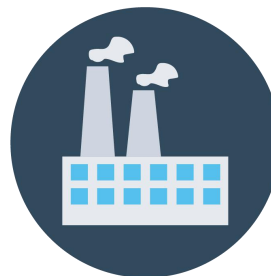
Geração



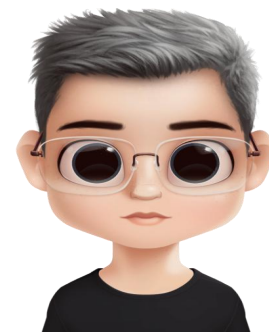
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Atividade extracurricular.

Filme:

O Grande Truque 2006

The Prestige 2006

Sinopse.: No século 19, em Londres, dois amigos ilusionistas e mágicos, Alfred Borden e Rupert Angier, acabam construindo uma rivalidade, uma batalha por supremacia, que se estende ao longo dos anos e que se transforma em obsessão, cujos resultados serão inevitavelmente trágicos.

Desafio.:

Questão 1: *Quando Nikola Tesla vai ao encontro do Mágico Robert Angier (O Grande Danton) ela passa no meio de um dos seus maiores inventos, qual é essa invenção?*

Questão 2: *Quando Nikola Tesla cumprimenta o Robert Angier, ele pede para que o mágico segure em sua mão esquerda algo, o que ele pede para segurar?*





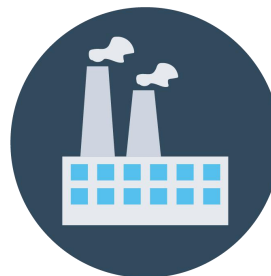
Geração



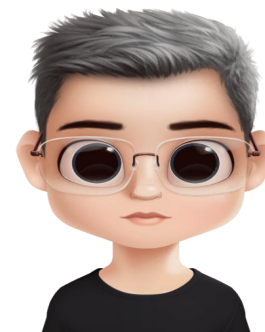
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Dúvidas???

