



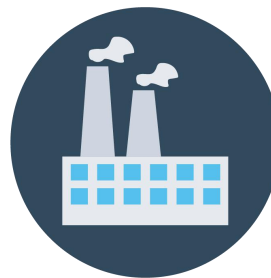
Geração



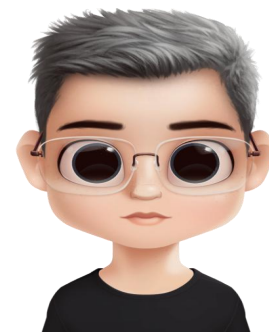
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



# Eletricidade Básica

**Aula: 03**

**versão: 1.4**

**01/09/2020**

**Robson Vaamonde**

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



Geração



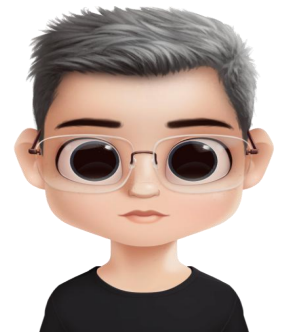
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



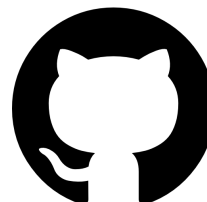
<https://www.facebook.com/ProcedimentosEmTi/>



<http://youtube.com/boraprapratica>



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



<https://github.com/vaamonde>



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



Geração



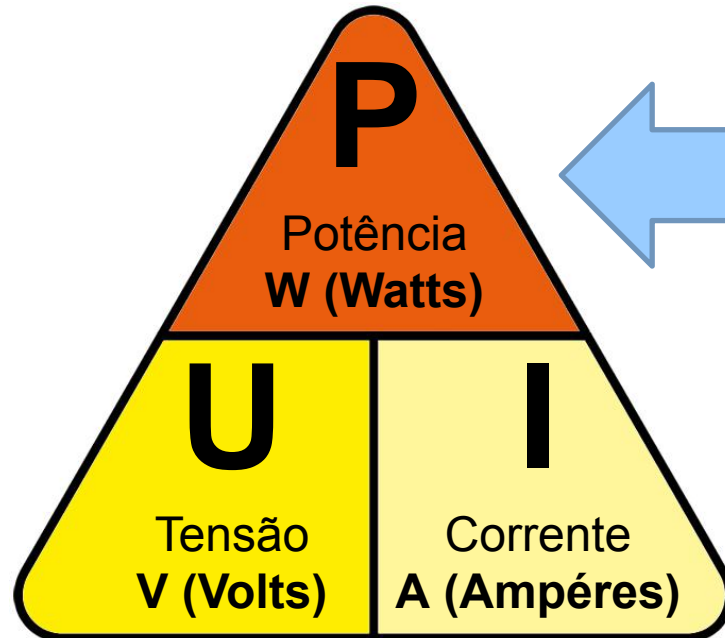
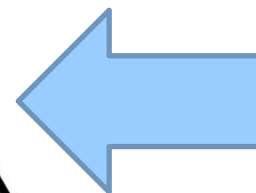
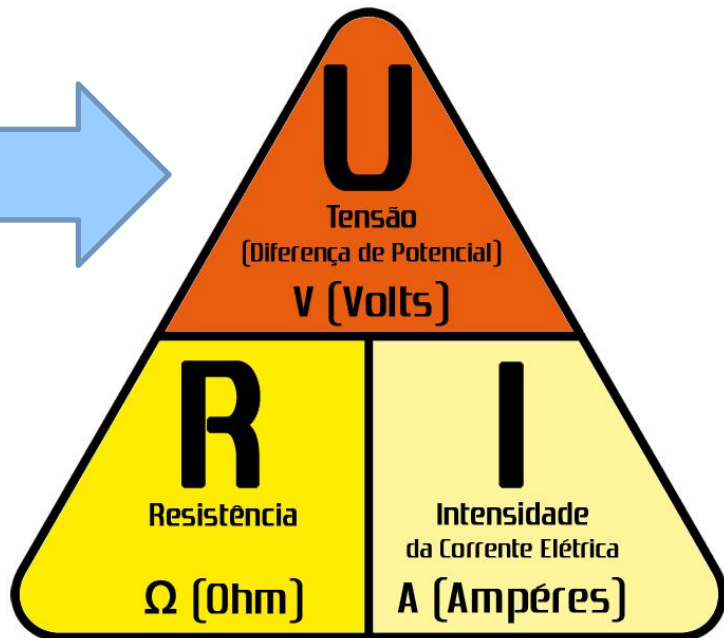
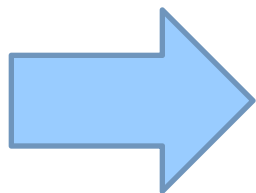
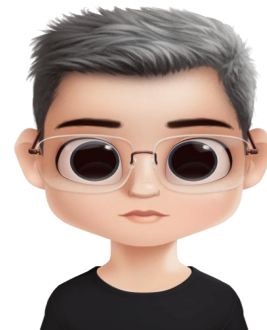
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



**Triângulo Mágico da Lei de Ohm também pode ser utilizado para Cálculo da 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



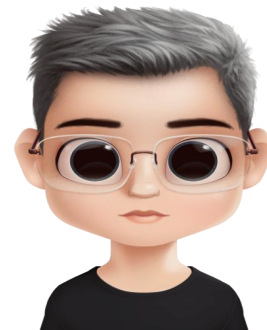
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Fórmula da potência

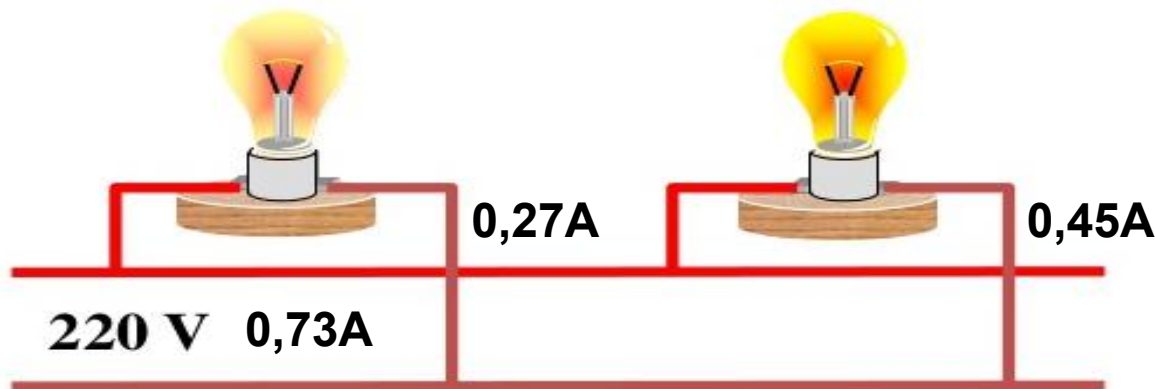
$$P = I \times V$$

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

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

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 ( $\Omega$ )*



Geração



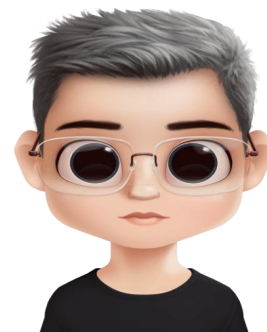
Transmissão



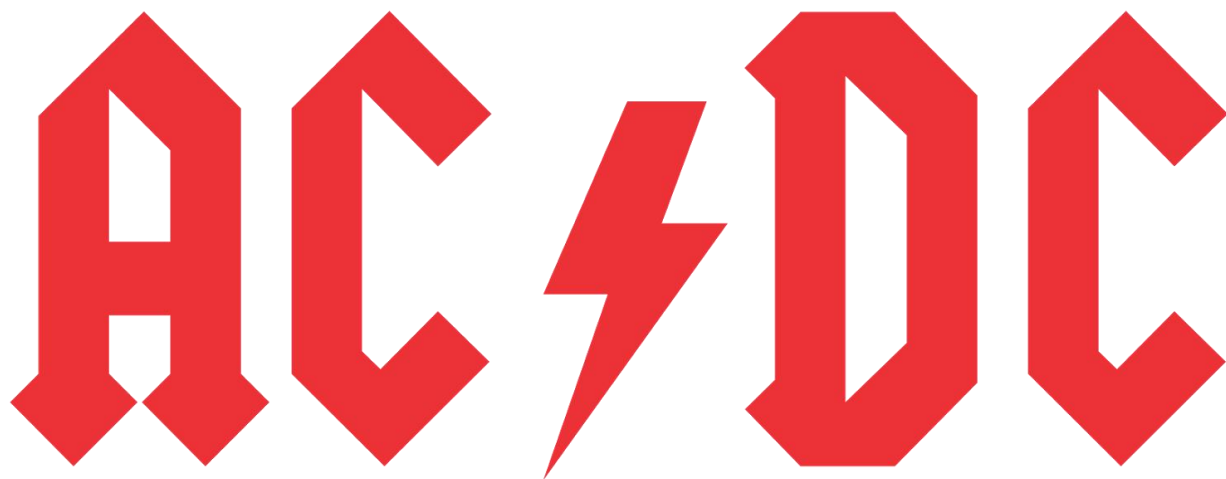
Distribuição



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



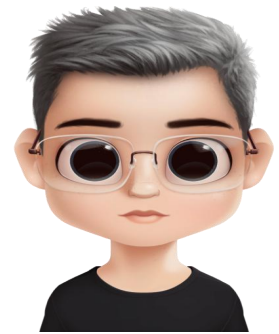
Transmissão



Distribuição



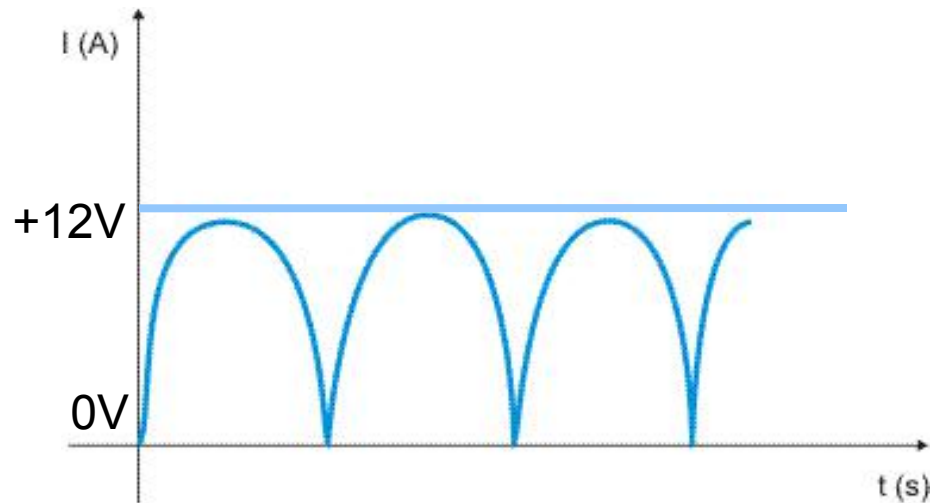
Consumidor Final



**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



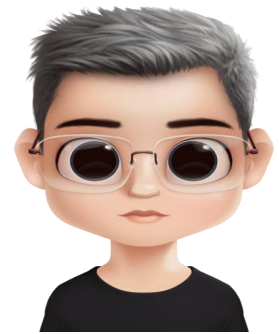
Transmissão



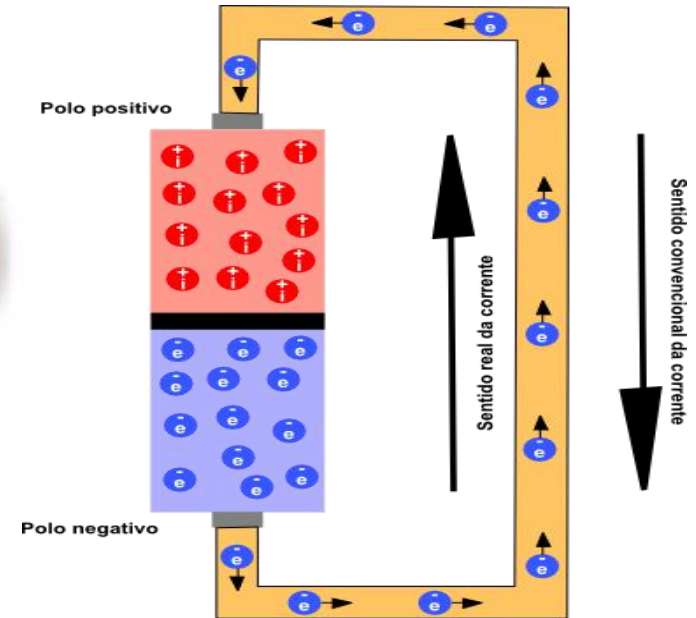
Distribuição



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)**



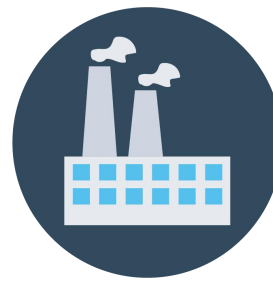
Geração



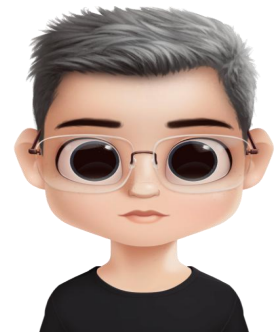
Transmissão



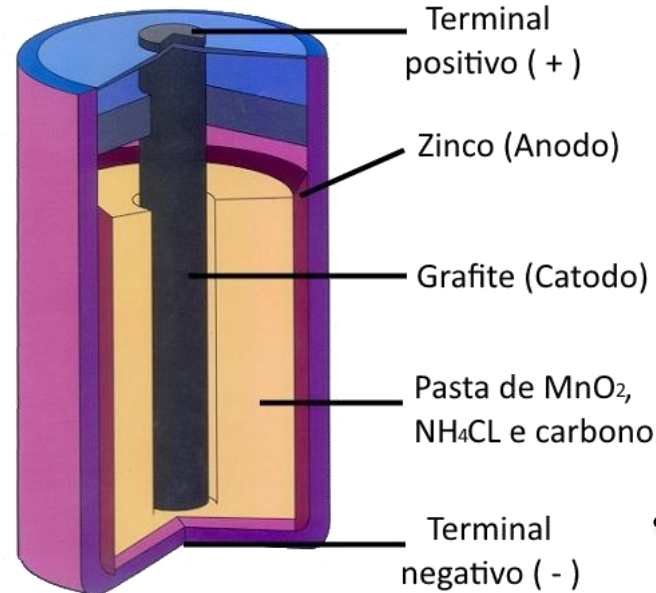
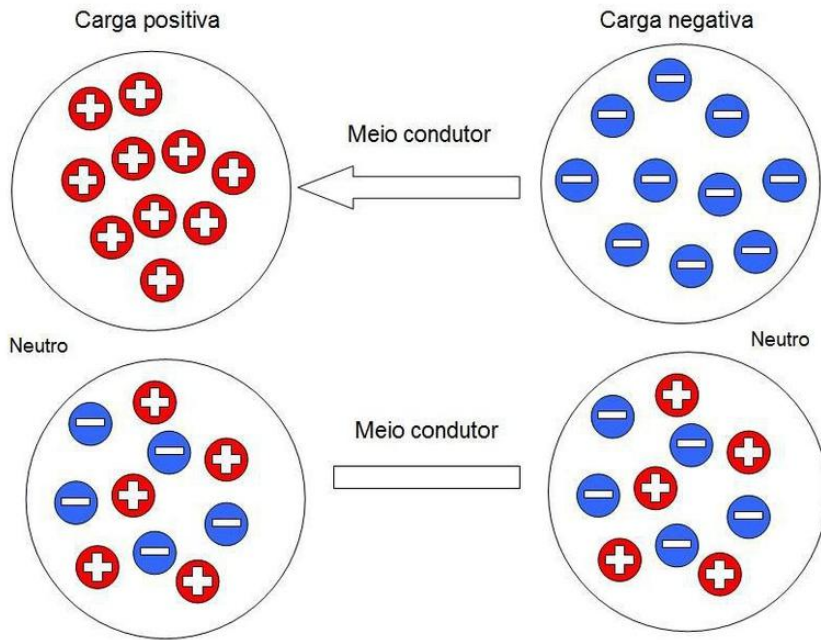
Distribuição



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

>

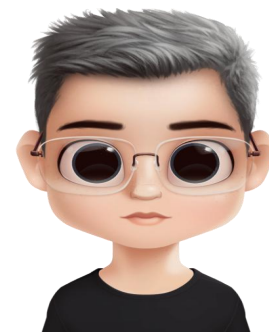


Distribuição

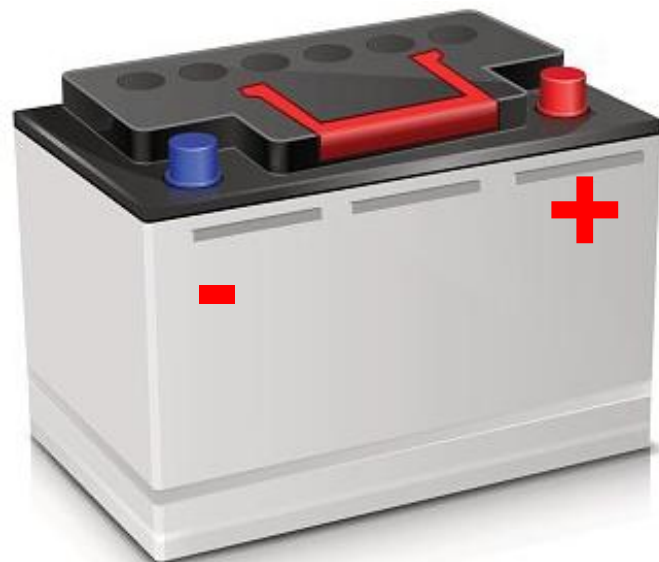
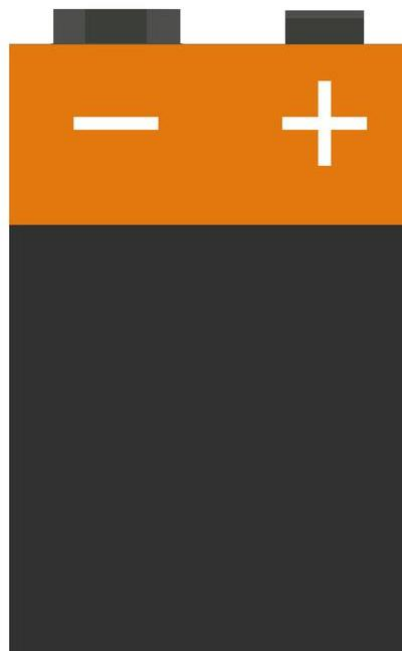
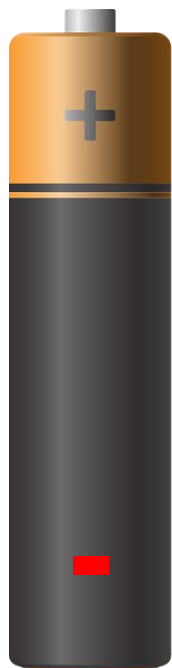
>



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)**



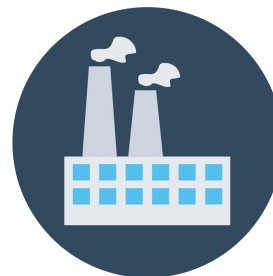
Geração



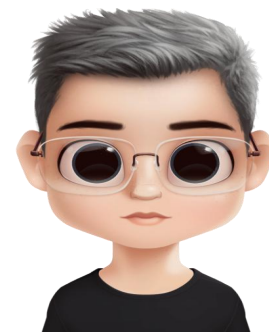
Transmissão



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



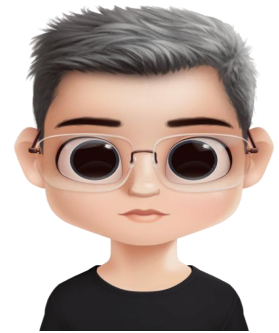
Transmissão



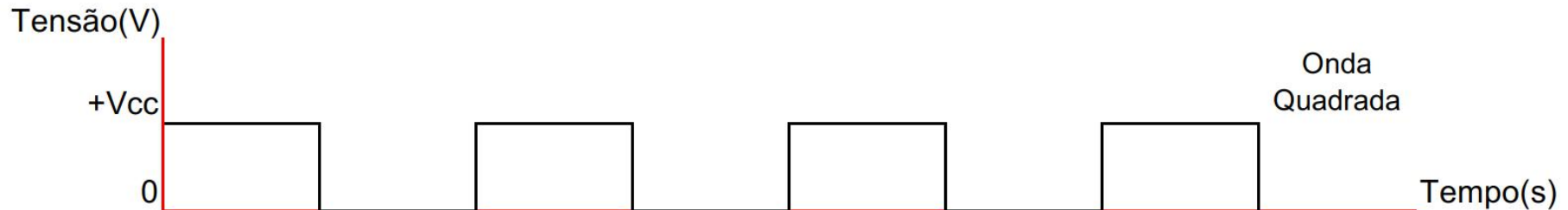
Distribuição



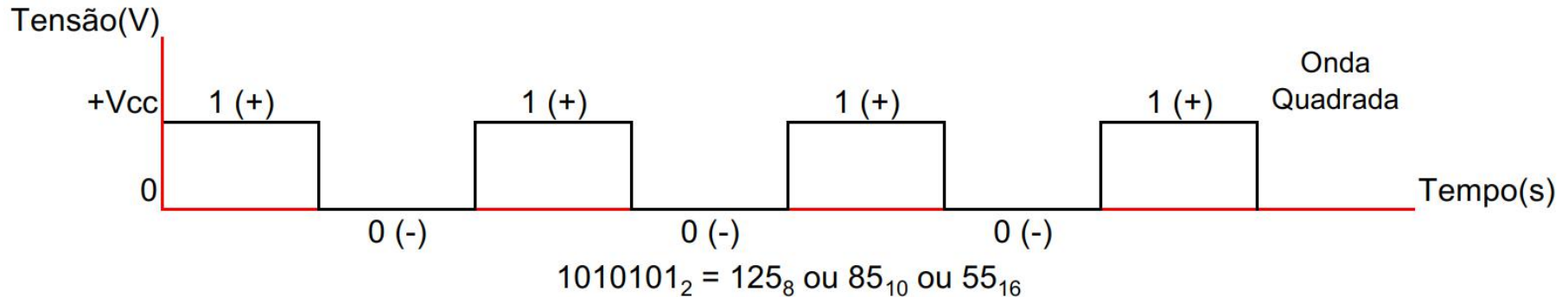
Consumidor Final



## 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



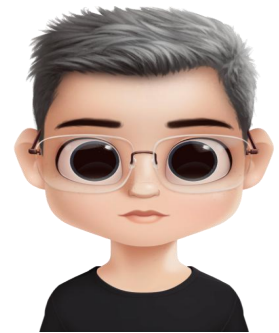
Transmissão



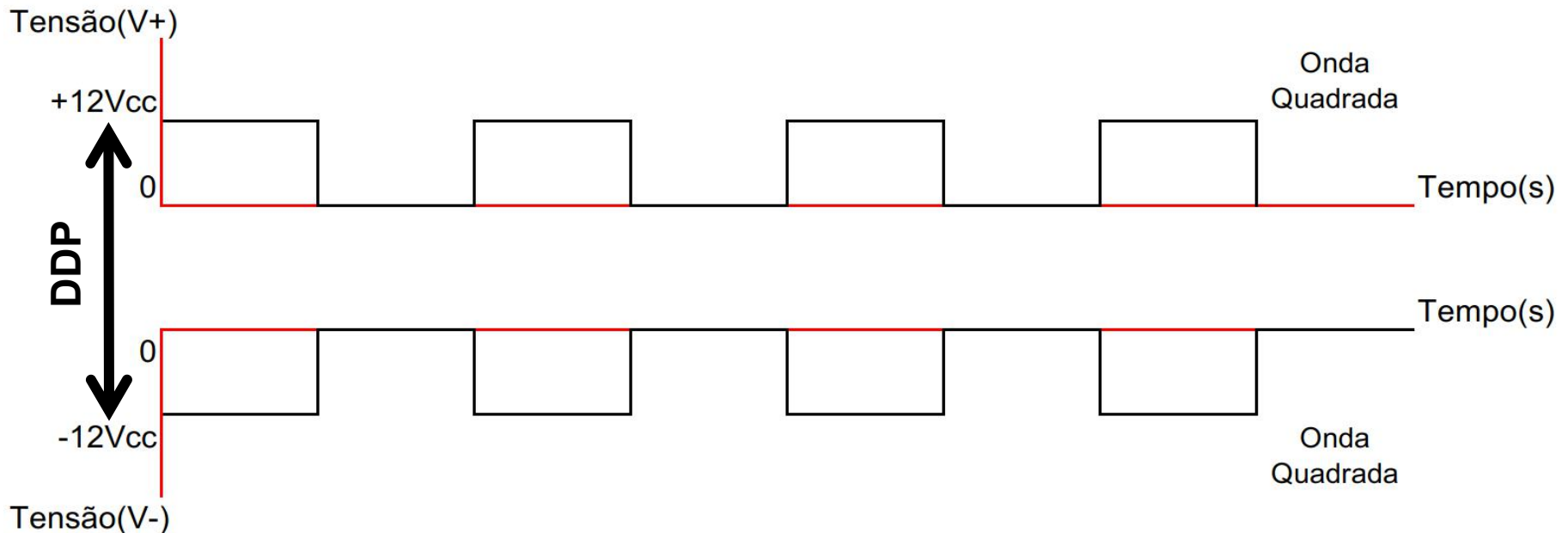
Distribuição



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)**





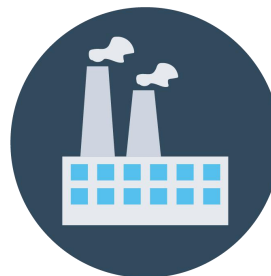
Geração



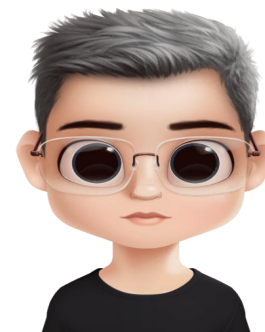
Transmissão



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



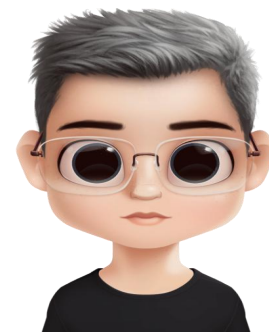
Transmissão



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	$\pm 0 \%$
Laranja	3,3V	+3,14 Volts	+3,47 Volts	$\pm 5 \%$
Vermelho	5V	+4,75 Volts	+5,25 Volts	$\pm 5 \%$
Amarelo	12V	+11,4 Volts	+12,6 Volts	$\pm 5 \%$
Azul	-12V	-10,8 Volts	-13,2 Volts	$\pm 10 \%$
Branco	-5V	-4,50 Volts	-5,5 Volts	$\pm 10 \%$
Roxo	+5VSB*	+4,75 Volts	+5,25 Volts	$\pm 5 \%$

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





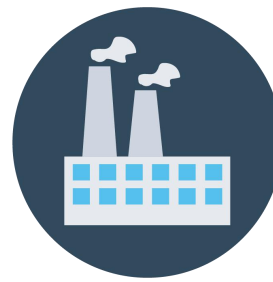
Geração



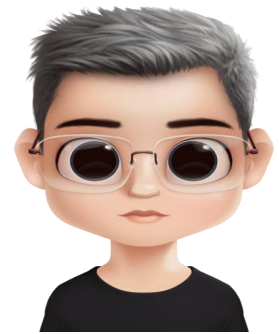
Transmissão



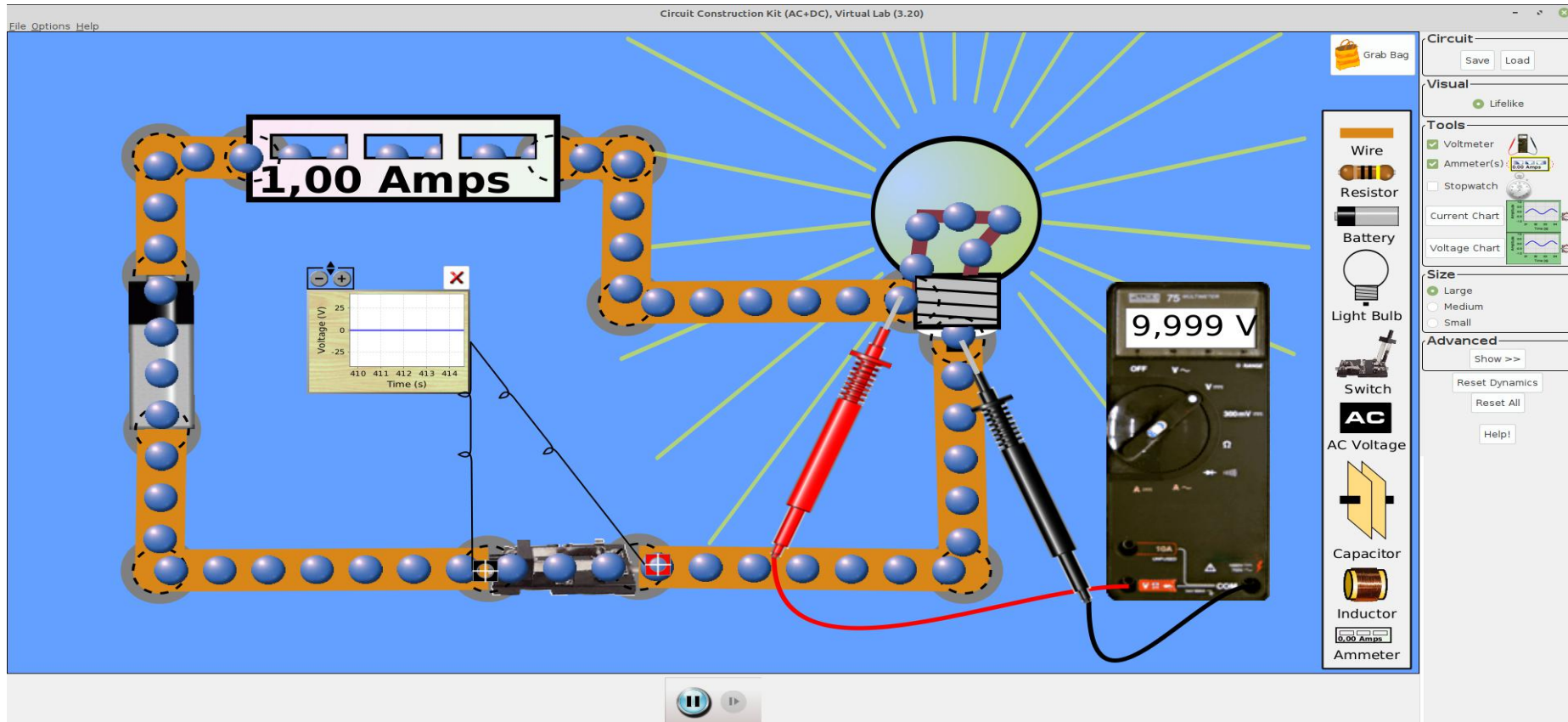
Distribuição



Consumidor Final



# Exemplo Prático: **Simulador**





Geração



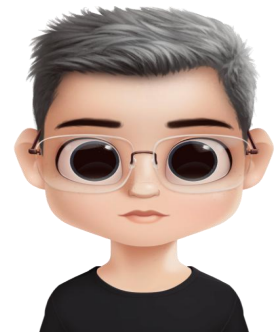
Transmissão



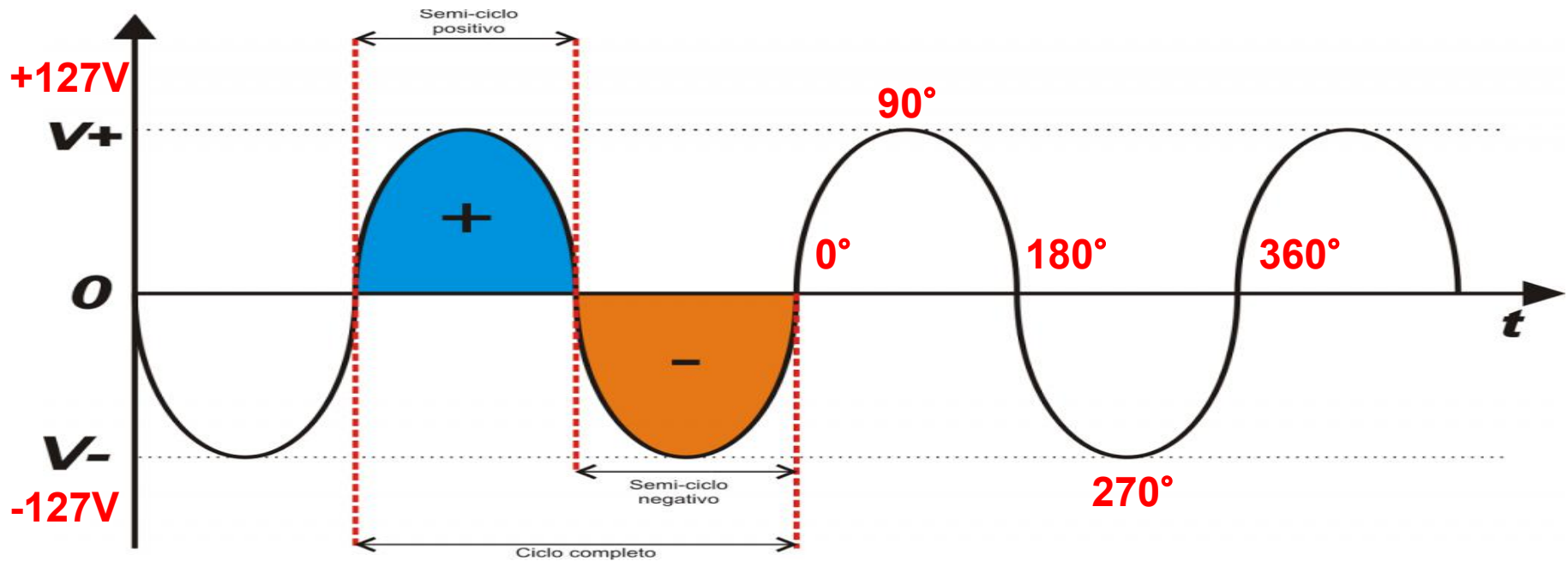
Distribuição



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



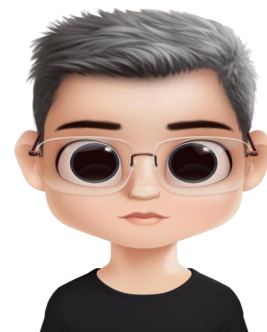
Transmissão



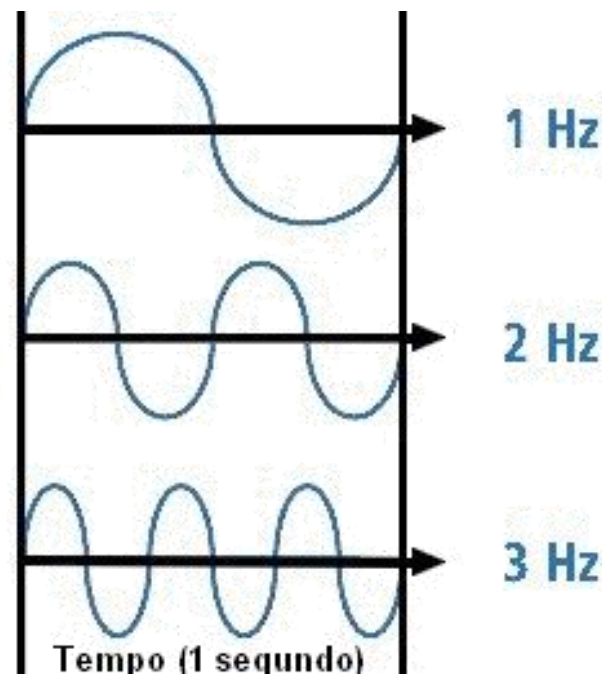
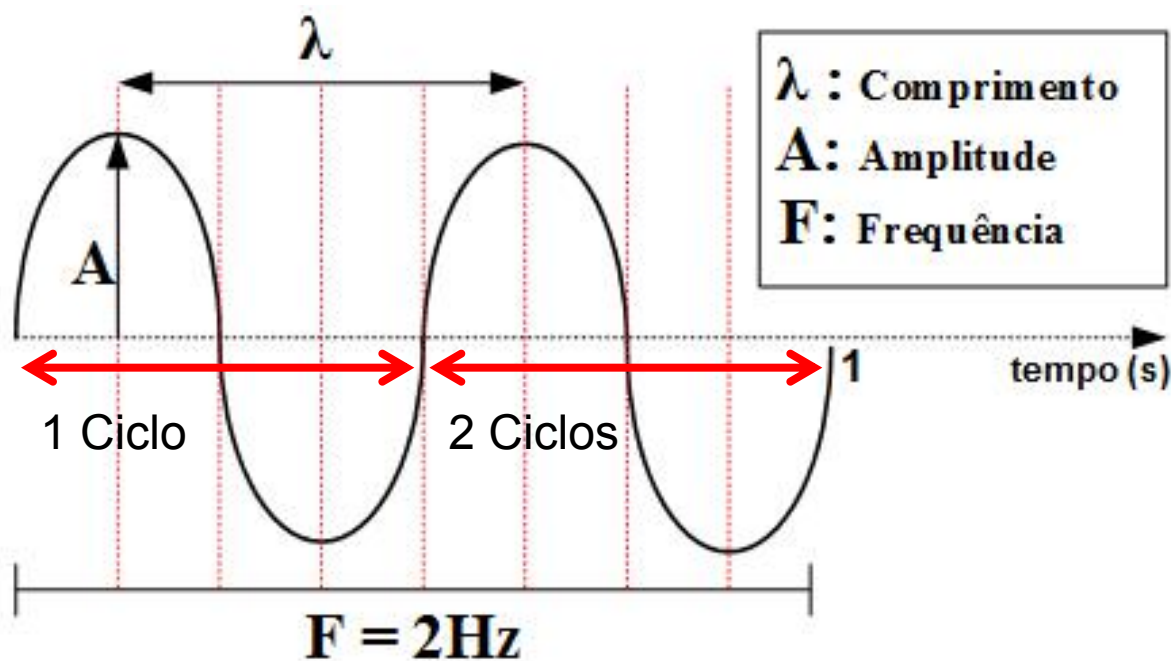
Distribuição



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



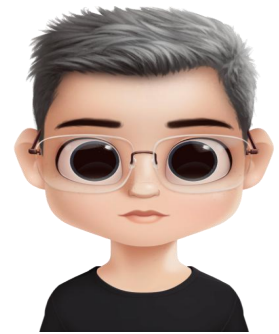
Transmissão



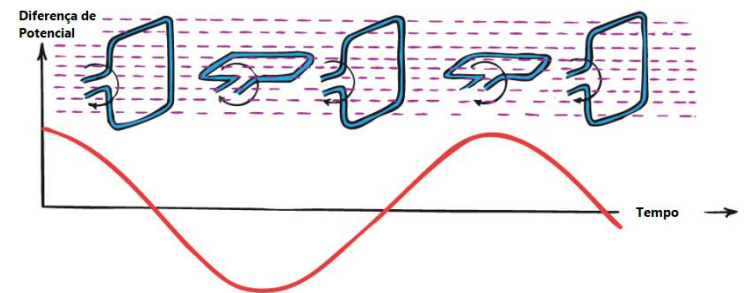
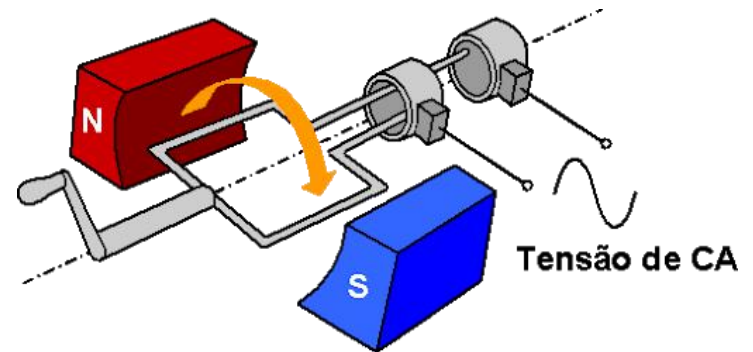
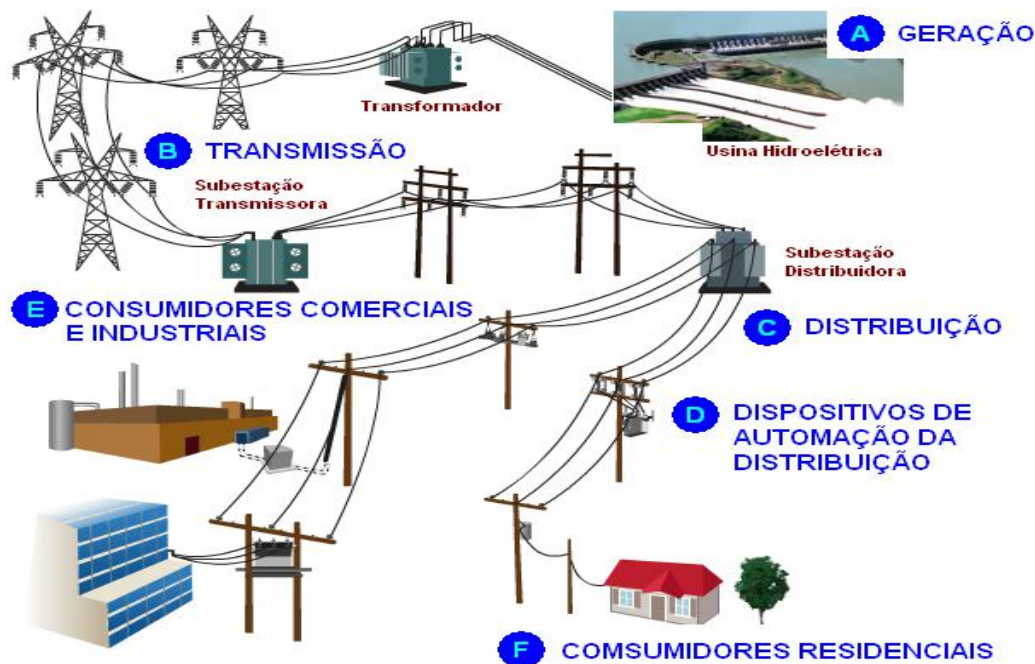
Distribuição



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



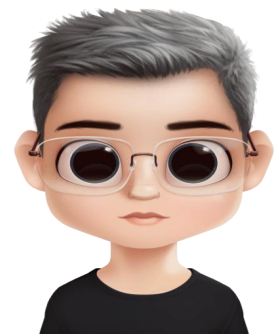
Transmissão



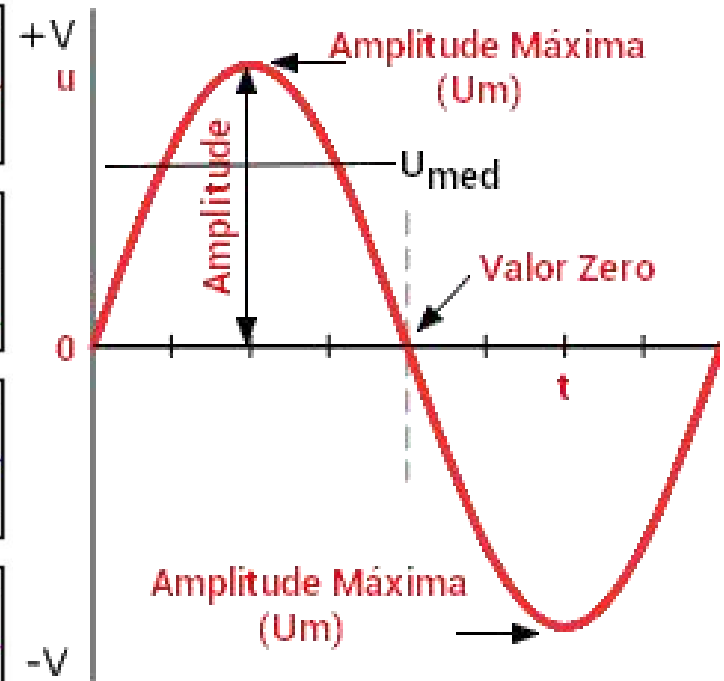
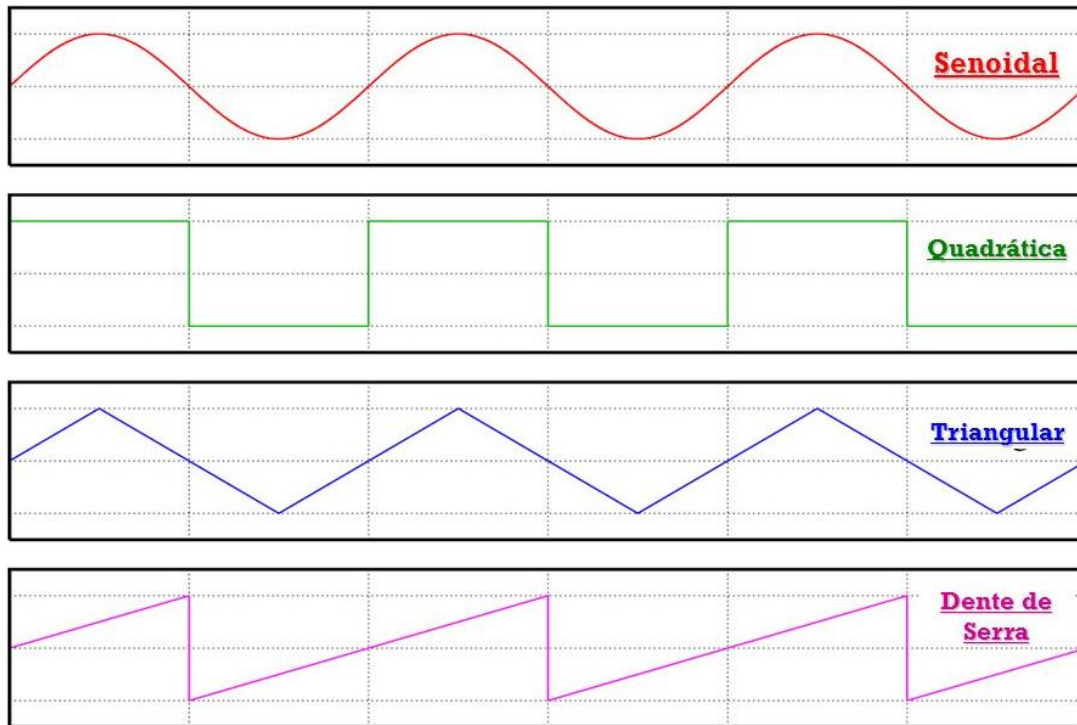
Distribuição



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



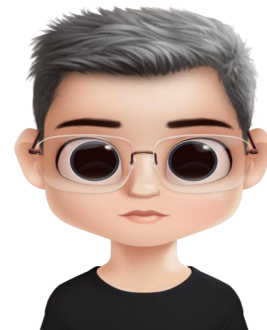
Transmissão



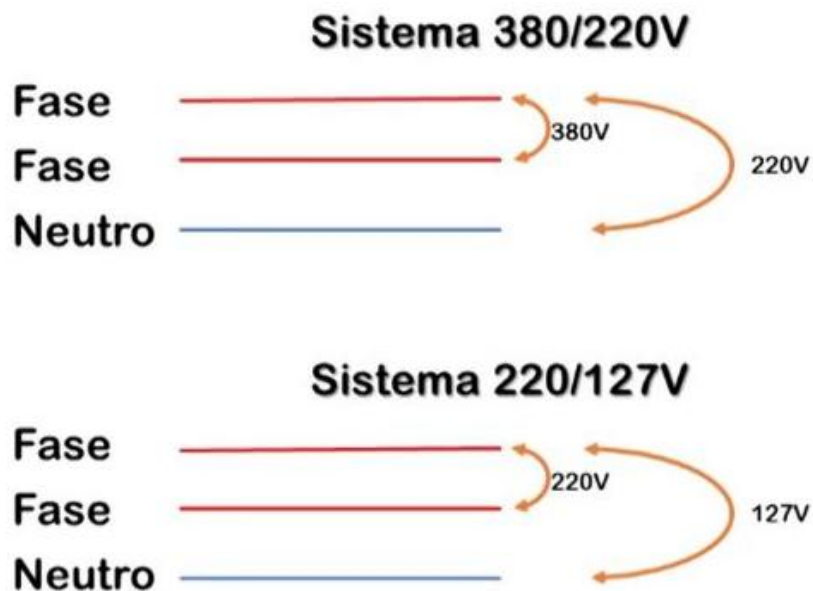
Distribuição



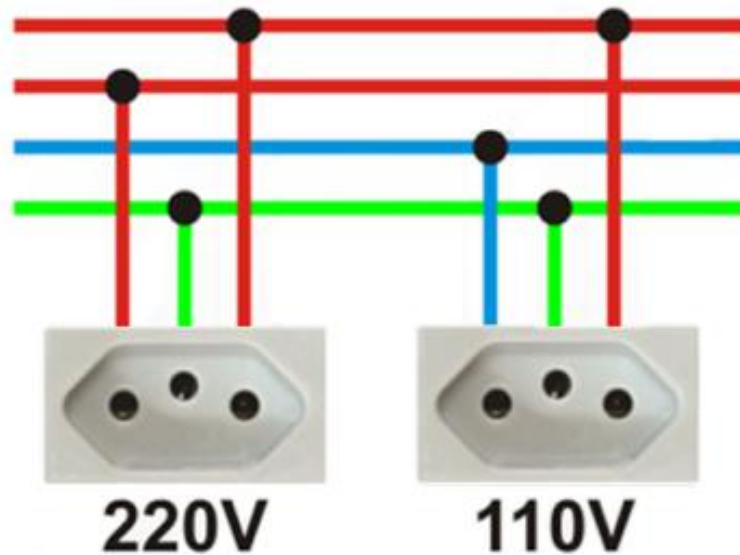
Consumidor Final



**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



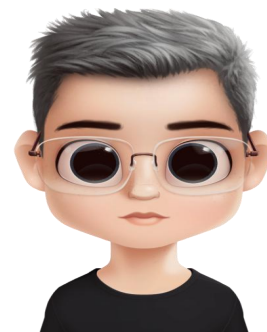
Transmissão



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
<b>Vermelho*</b>	<b>Fase</b>
<b>Azul</b>	<b>Neutro</b>
<b>Preto</b>	<b>Fase/Retorno**</b>
<b>Verde/Amarelo</b>	<b>Terra**</b>
<b>Amarelo</b>	<b>Retorno**</b>

\*\* **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



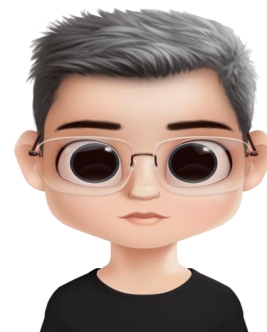
Transmissão



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

>

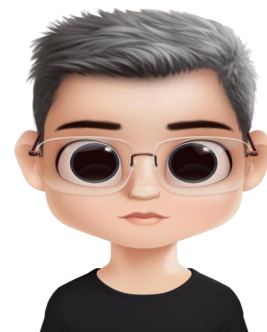


Distribuição

>



Consumidor Final



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

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

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



Geração



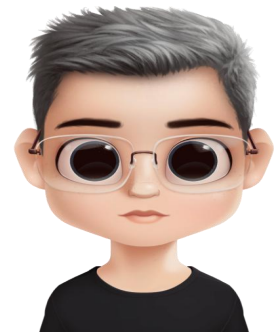
Transmissão



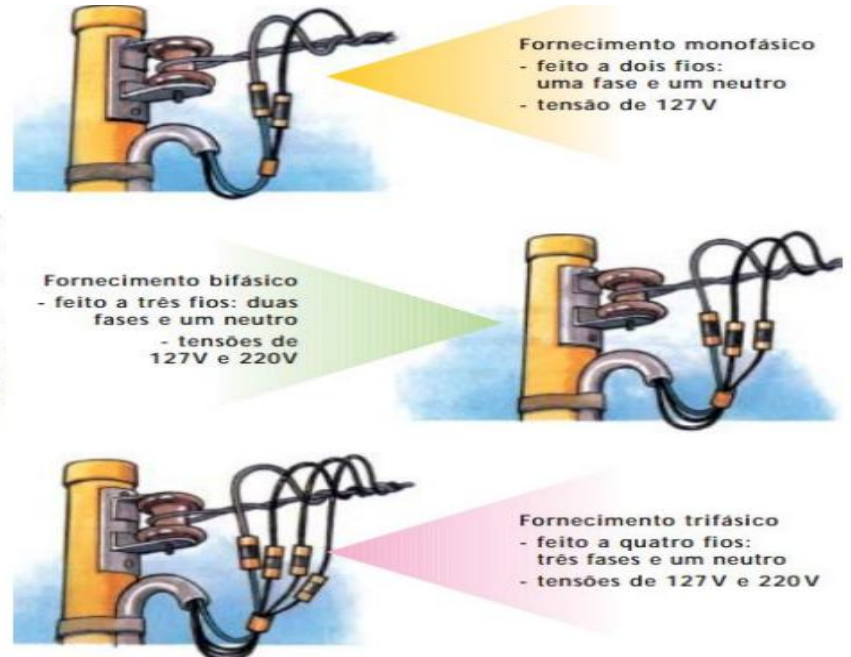
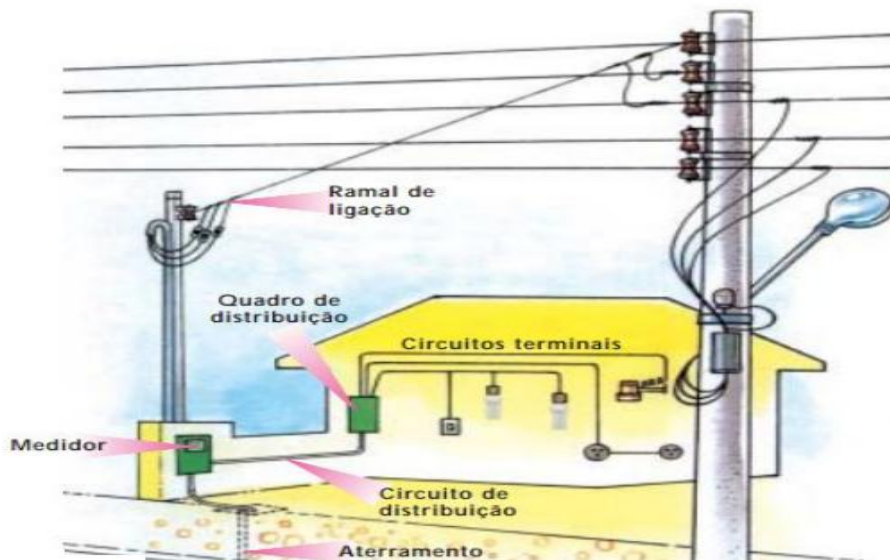
Distribuição



Consumidor Final



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



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



Geração



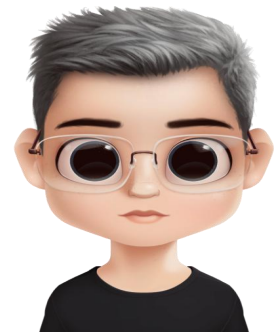
Transmissão



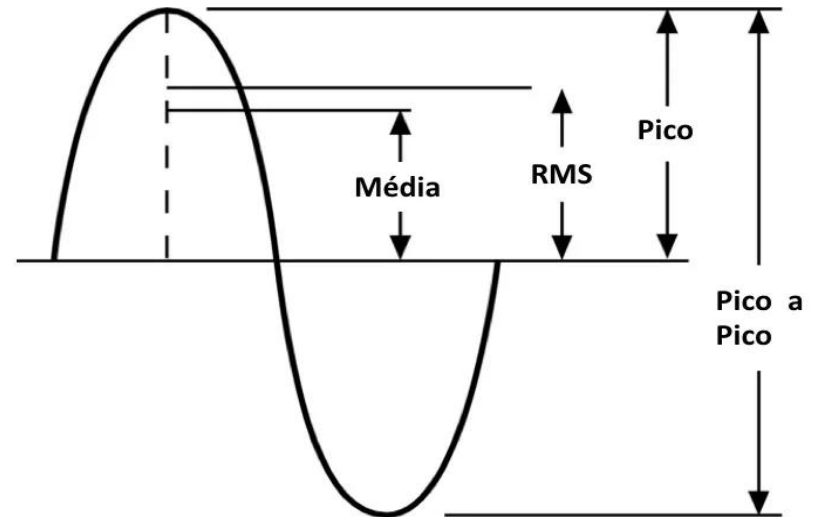
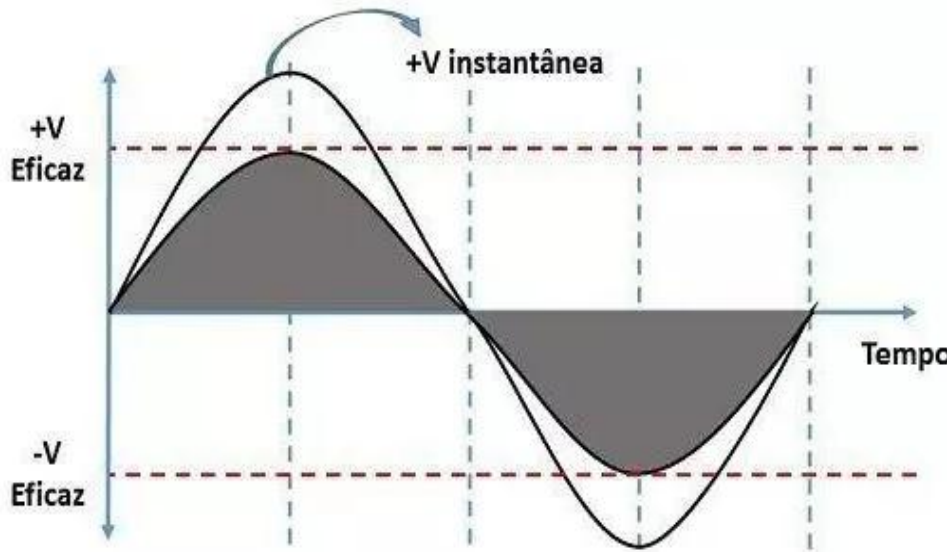
Distribuição



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



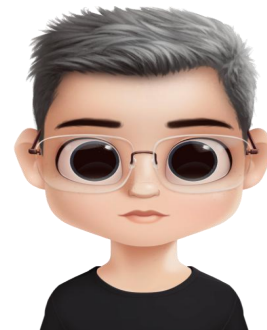
Transmissão



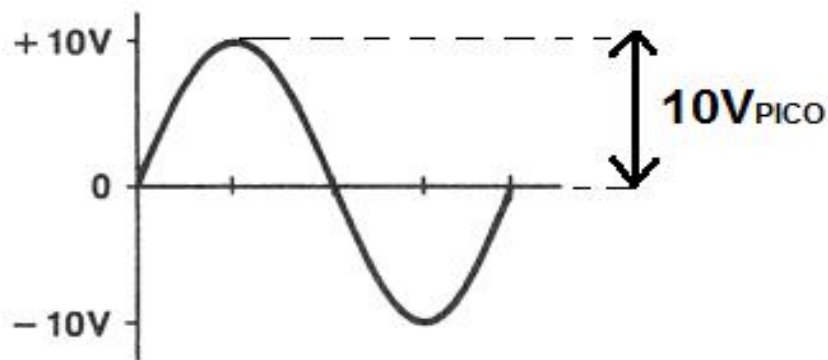
Distribuição



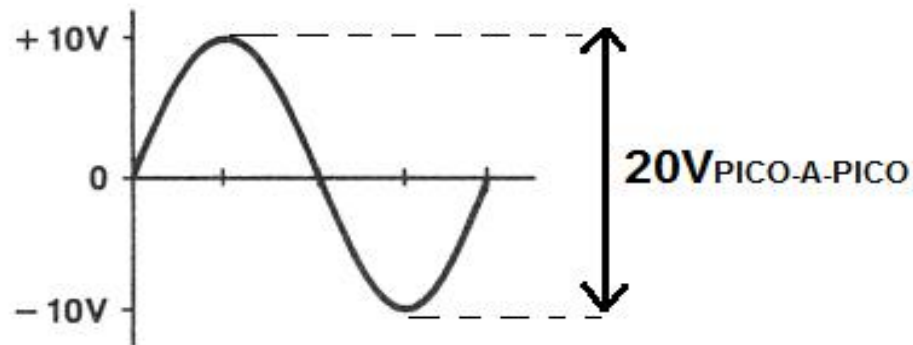
Consumidor Final



# 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



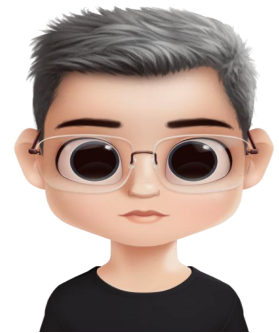
Transmissão



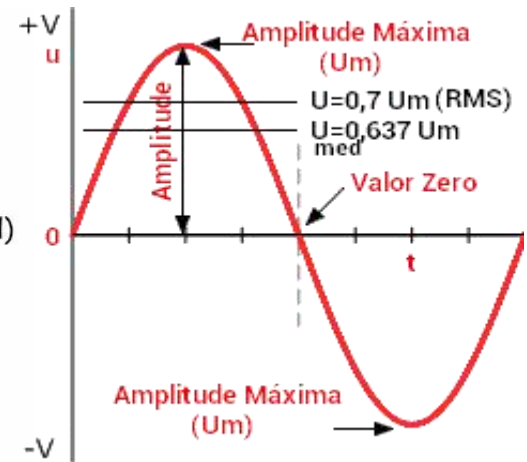
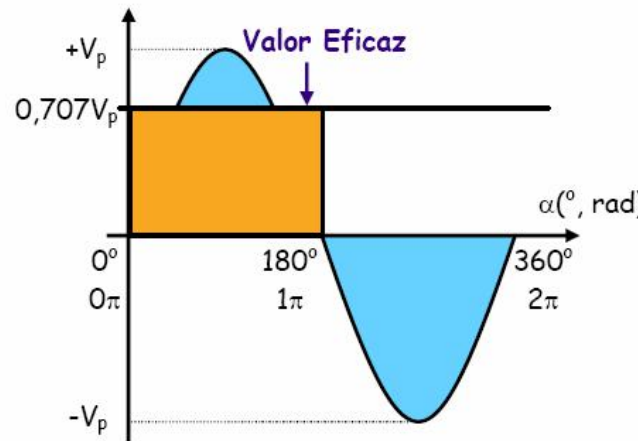
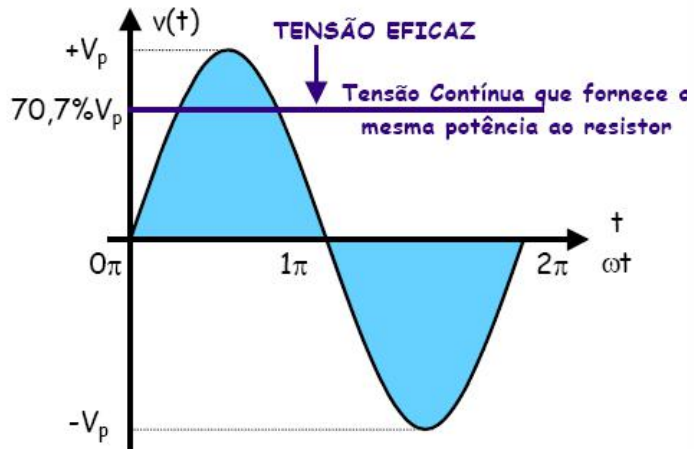
Distribuição



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



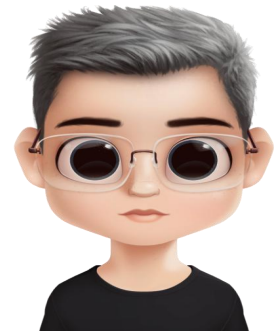
Transmissão



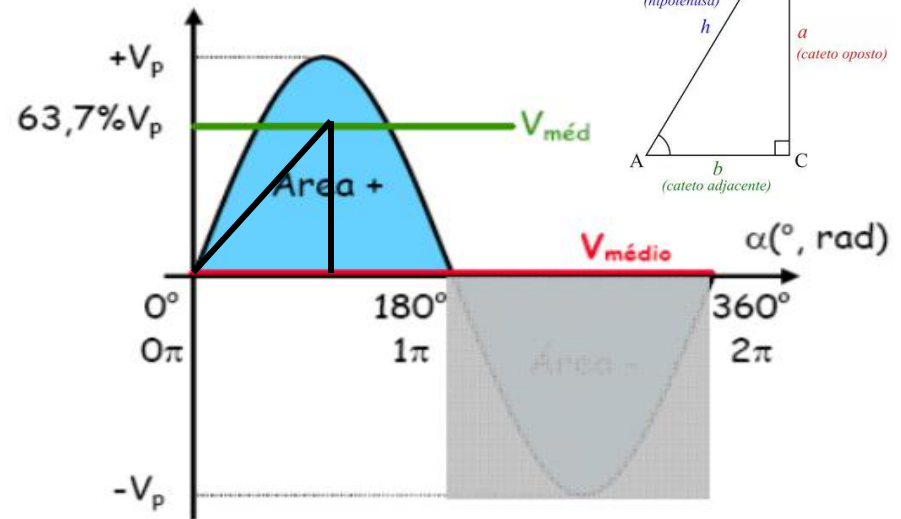
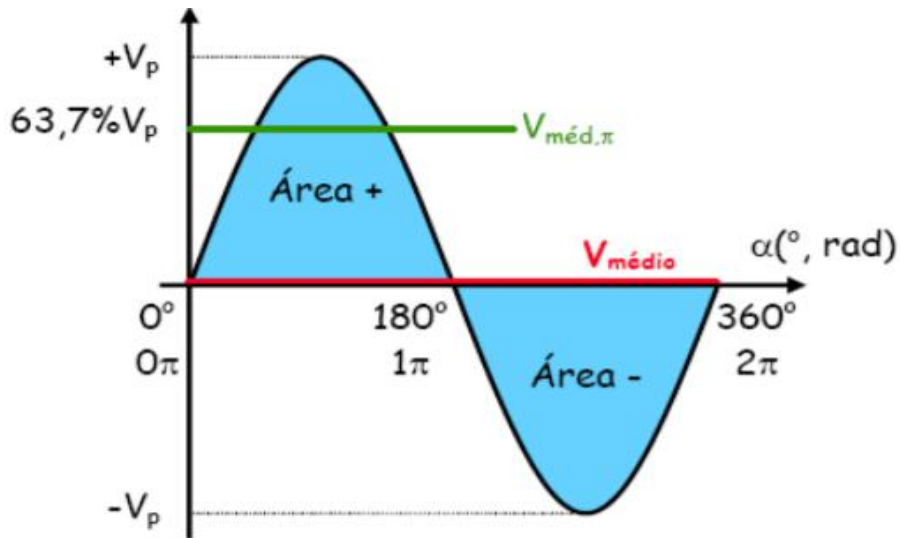
Distribuição



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



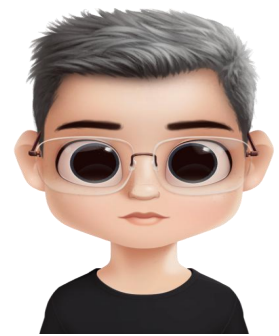
Transmissão



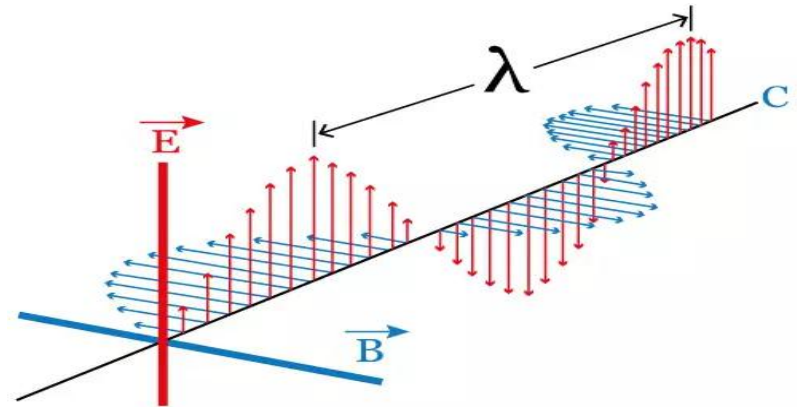
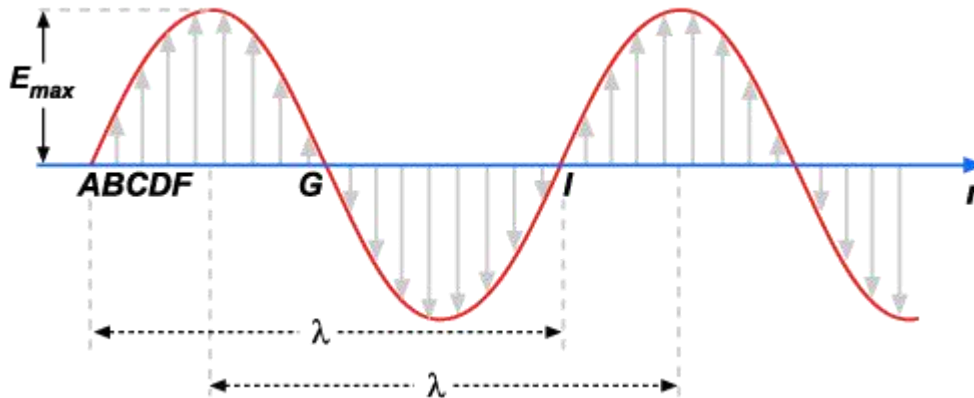
Distribuição



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 =  **$360^\circ$** , meio círculo =  **$180^\circ$** , um quarto de volta =  **$90^\circ$** . Os graus são expressos em **Radianos (rad)**. Um círculo completo =  **$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$** . 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



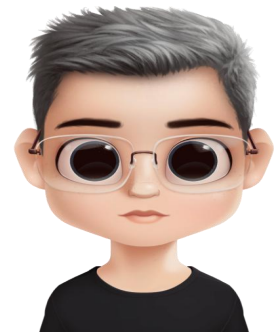
Transmissão



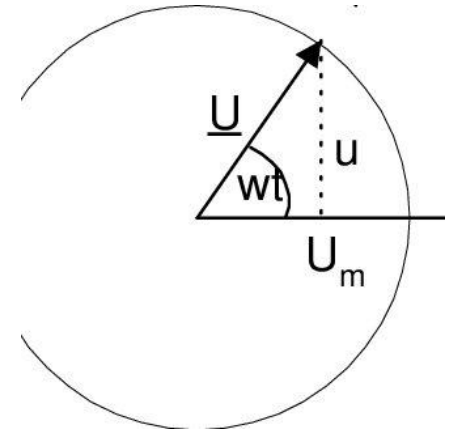
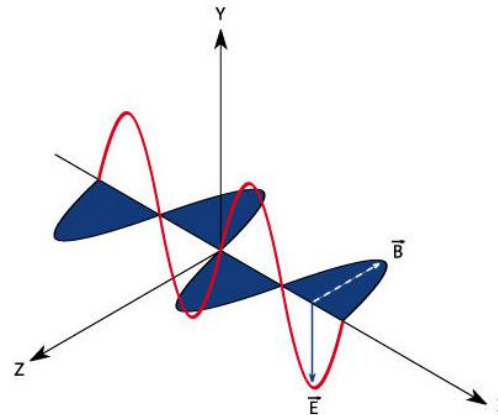
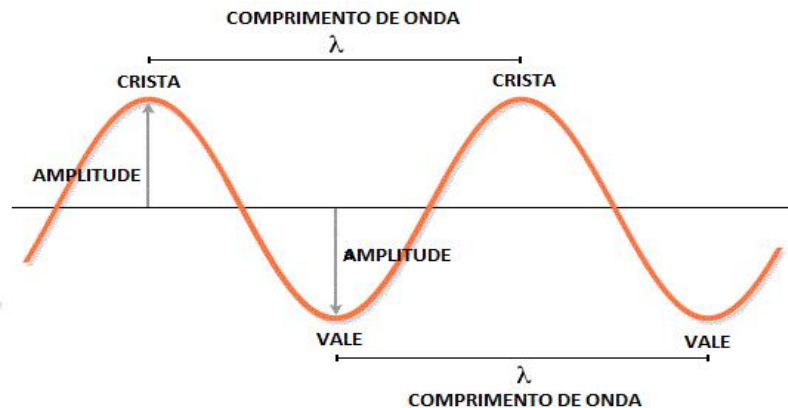
Distribuição



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)**





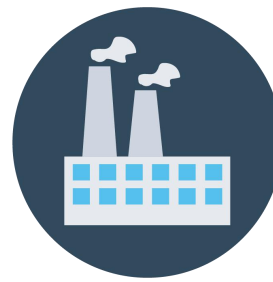
Geração



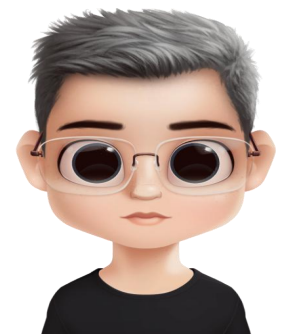
Transmissão



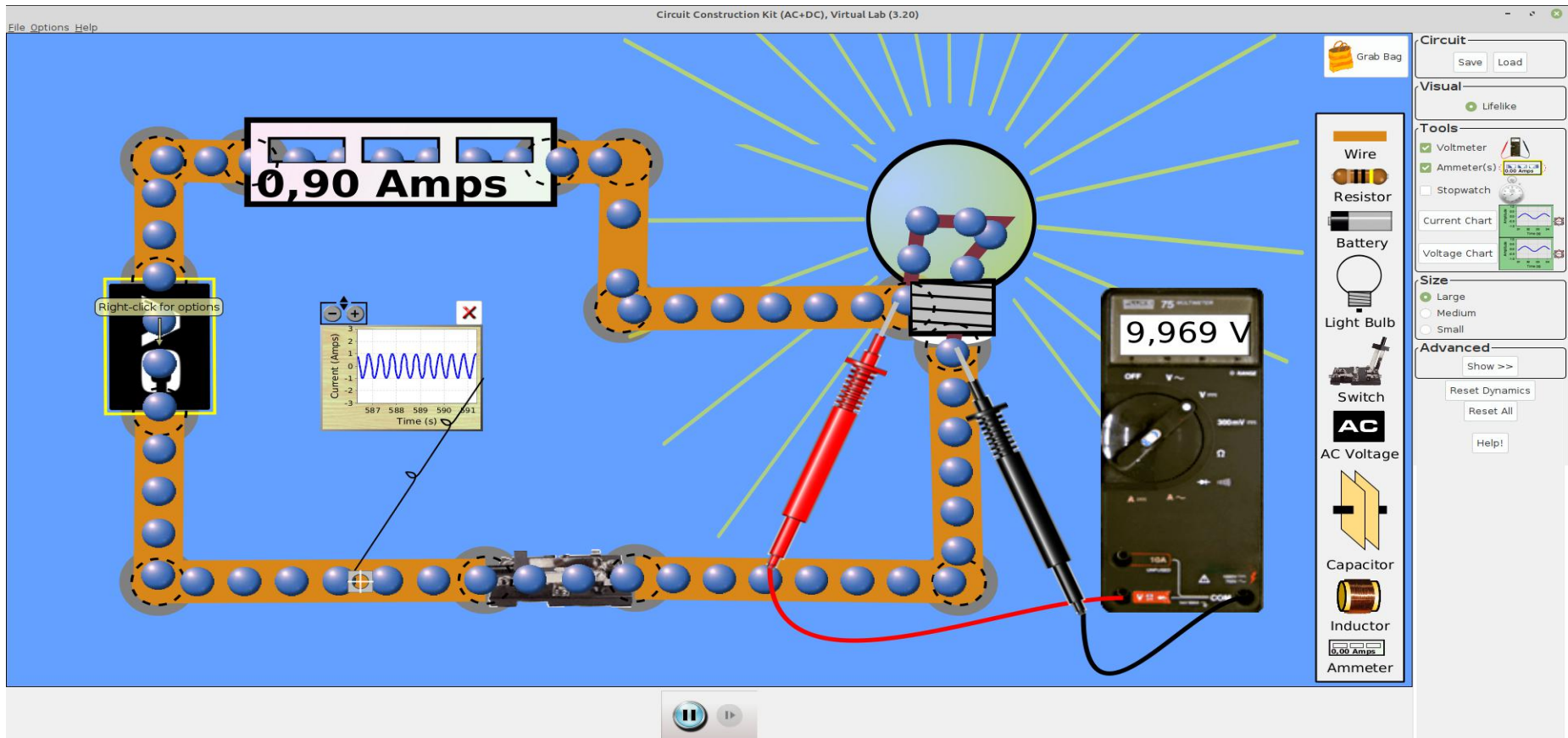
Distribuição



Consumidor Final



# Exemplo Prático: **Simulador**





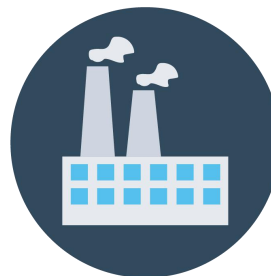
Geração



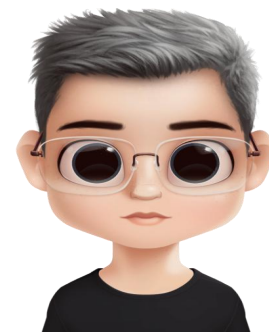
Transmissão



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?*







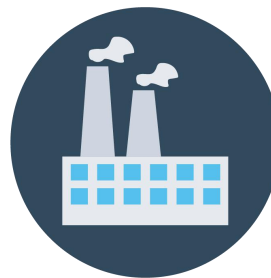
Geração



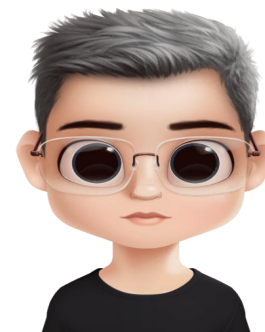
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



# Dúvidas???

