



UFT

# Disciplina: Instalações Elétricas Prediais

## Parte 1 – Conceitos fundamentais

*Prof. Alex Vilarindo Menezes*

*Graduação em Eng. Elétrica*

Parte 1 – Instalações Elétricas Prediais  
Prof. Alex Vilarindo Menezes

## 1. Revisão de Circuitos Elétricos

- Grandezas fundamentais: Tensão, corrente, Potência, Energia
- Análise de Potência CA: Potência Instantânea, Potência Média, Fator de Potência
- Definição de Potência CA: Ativa, Reativa e Aparente
- Tipos de carga
- Harmônicos
- Circuitos Trifásicos

## 2. Visão geral do Sistema Elétrico de Potência (SEP)

# Revisão de circuitos elétricos

✓ **Tensão:** É a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um determinado elemento; é medida em Volts (V)

$$v_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad 1 \text{ volt} = 1 \text{ joule/coulomb} = 1 \text{ newton meter/coulomb}$$

✓ **Corrente:** É a taxa de variação da carga em relação ao tempo; é medida em Ampères (A)

$$i = \frac{dq}{dt} \quad 1 \text{ ampere} = 1 \text{ coulomb/second}$$

✓ **Potência:** É a variação da energia (liberada ou absorvida) em função da variação do tempo; é medida em Watts (W)

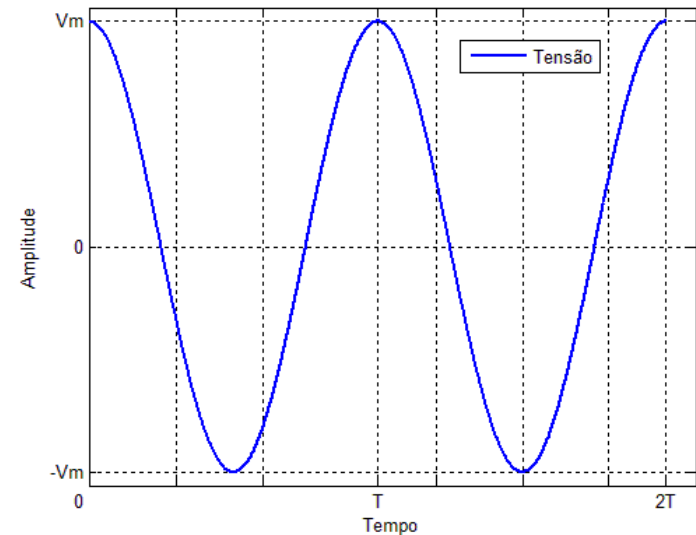
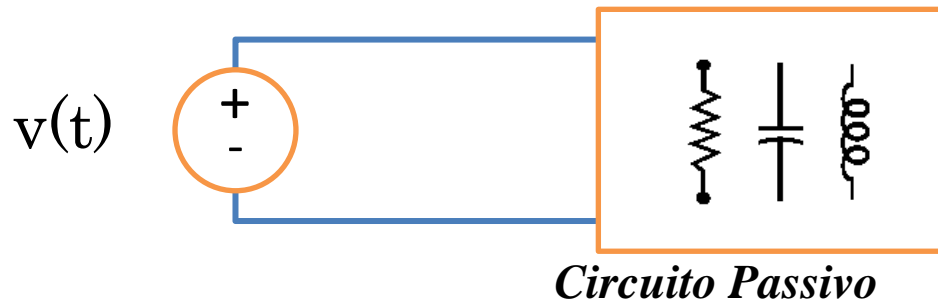
$$p = \frac{dw}{dt} \quad p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi$$

✓ **Energia:** É a capacidade de realizar trabalho; é medida em Joules (J)

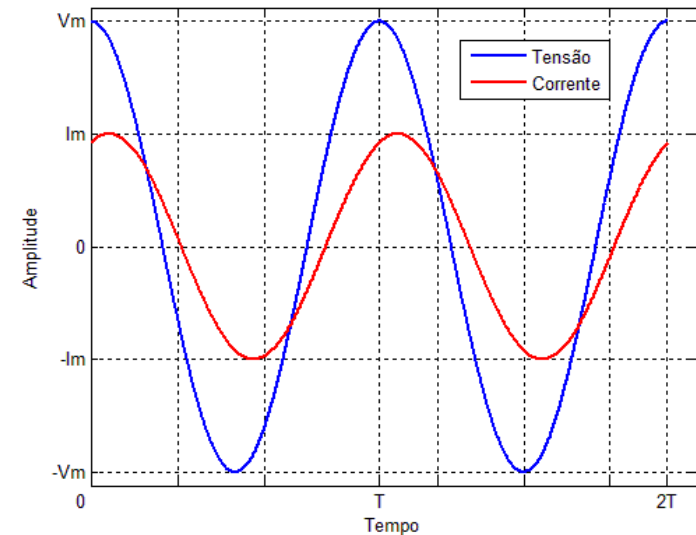
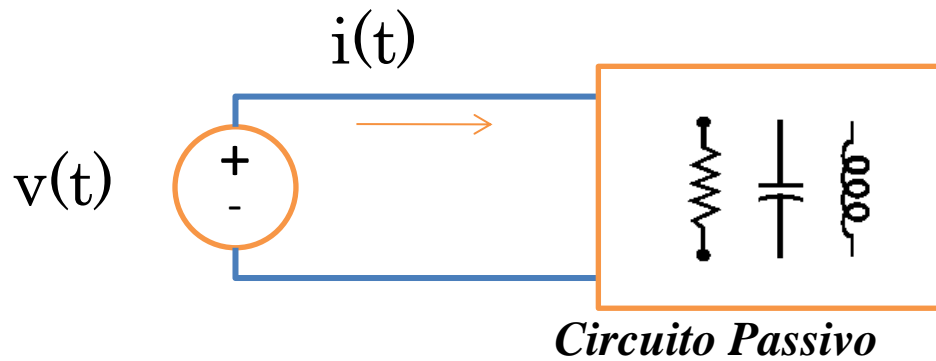
$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t vi dt$$

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Análise de Potência CA – Potência instantânea

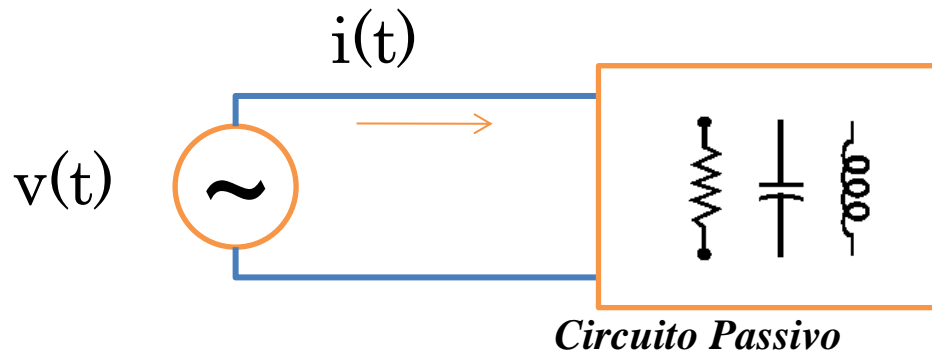


## ✓ Análise de Potência CA – Potência instantânea



$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

## ✓ Análise de Potência CA – Potência instantânea



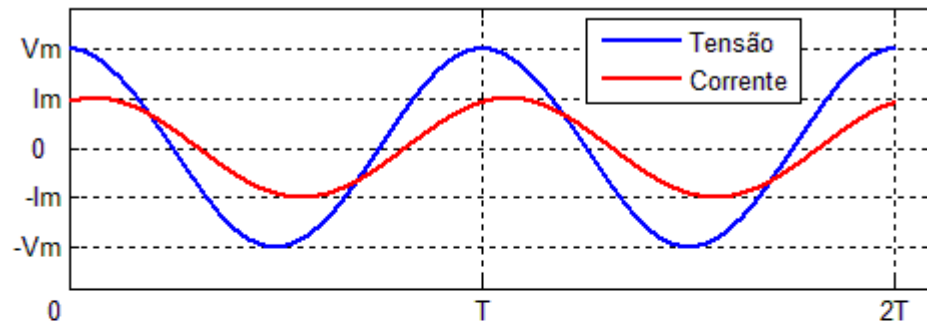
$$\begin{aligned} v(t) &= V_m \cos(\omega t + \theta_v) \\ i(t) &= I_m \cos(\omega t + \theta_i) \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad p(t) = v(t) \cdot i(t) = V_m I_m \cos(\omega t + \theta_v) \cos(\omega t + \theta_i) \quad (1)$$

Identidade trigonométrica:  $\cos(A) \cdot \cos(B) = \frac{1}{2} [\cos(A - B) + \cos(A + B)]$

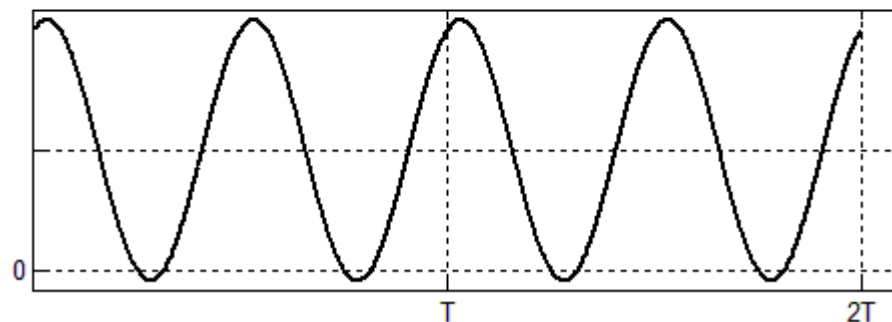
$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m [\cos(\theta_v - \theta_i) + \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)] \quad (2)$$

## ✓ Análise de Potência CA – Potência instantânea

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m [\cos(\theta_v - \theta_i) + \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)] \quad (2)$$



Potência instantânea



## ✓ Análise de Potência CA – Potência média

*Potência média* é a medida da potência instantânea em um período

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt \quad (3)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} V_m I_m [\cos(\theta_v - \theta_i) + \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i)] \quad (2)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) dt + \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) dt$$

$$P = \frac{1}{2T} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) \int_0^T dt + \frac{1}{2T} V_m I_m \int_0^T \cos(2\omega t + \theta_v + \theta_i) dt$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) \quad (4)$$



## ✓ Análise de Potência CA – Fator de Potência

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \\ I_{rms} &= \frac{I_m}{\sqrt{2}} \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_i) = \underline{V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i)} \quad (5)$$

$$S = V_{rms} I_{rms} \quad \longrightarrow \quad FP = \frac{P}{S} = \frac{V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i)}{V_{rms} I_{rms}} = \underline{\cos(\theta_v - \theta_i)} \quad (6)$$

O **Fator de Potência** é o cosseno da diferença de fase entre a tensão e a corrente. Ele também é o cosseno do ângulo da impedância de carga. (Sadiku, 2003)

## ✓ Definição de potência CA: Conceitualmente

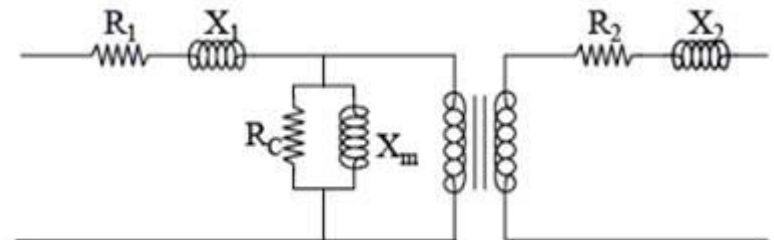
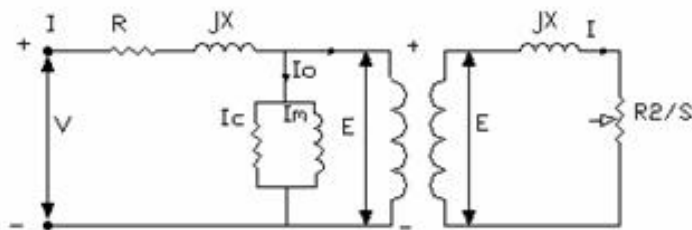
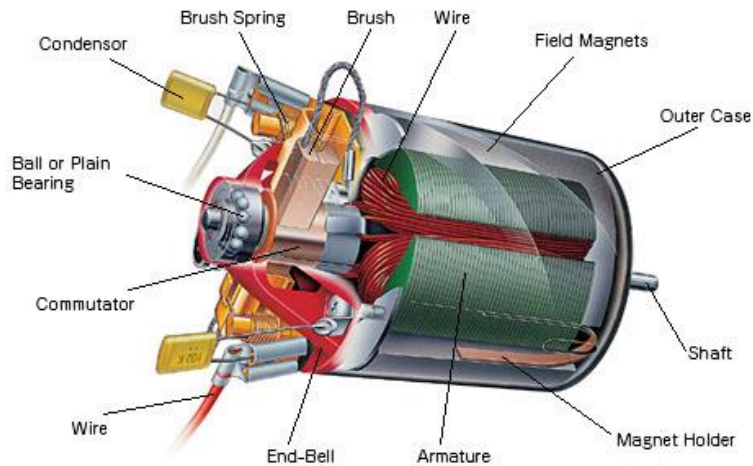
❑ **Potência ativa:** é a potência transformada em luz (pelas lâmpadas), calor (pelos ferros elétricos, torneiras elétricas e chuveiros elétricos, por exemplo) e movimento (pelos motores elétricos). Sua unidade de medida é o Watt (W).

❑ **Potência reativa:** é a potência transformada em campo magnético. Ela aparece em circuitos de corrente alternada que contêm transformadores, motores e reatores de lâmpadas fluorescentes, por exemplo. Sua unidade de medida é o Volt-Ampère reativo (VAr).

❑ **Potência aparente:** é a potência total fornecida pela concessionária aos consumidores. Constitui a soma vetorial das potências ativa e reativa. Sua unidade de medida é o Volt-Ampère (VA)

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Definição de potência CA: Exemplificação de potência ativa e reativa



## ✓ Definição de potência CA: Triângulo das potências

$$S = V_{rms} I_{rms}^* = V_{rms} I_{rms} \angle(\theta_v - \theta_i)$$

$$S = V_{rms} I_{rms} \cos(\theta_v - \theta_i) + j V_{rms} I_{rms} \sin(\theta_v - \theta_i)$$

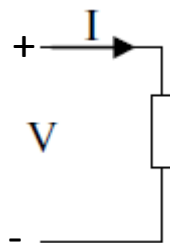
$$S = P + jQ$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

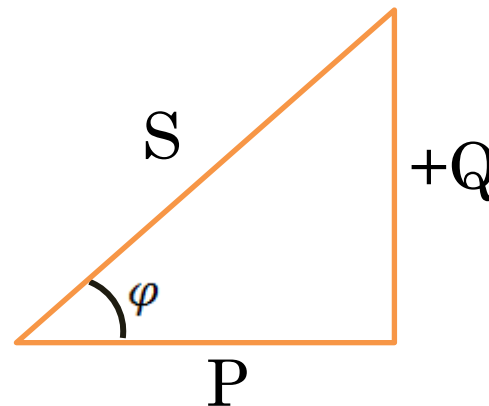
$$P = S \cdot \cos(\varphi)$$

$$Q = S \cdot \sin(\varphi)$$

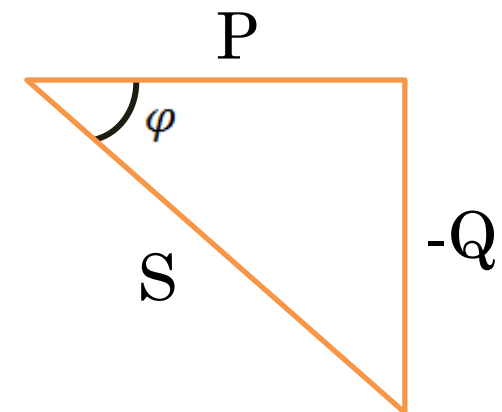
sendo  $\varphi = \theta_v - \theta_i$



Convenção



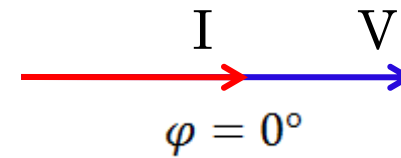
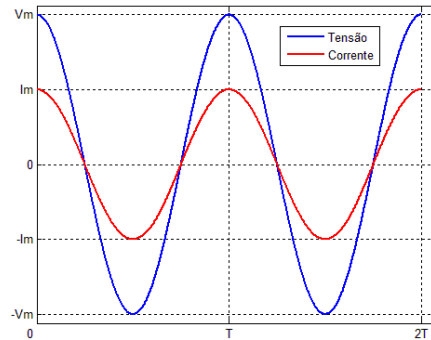
Atrasado



Adiantado

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Tipos de carga: RESISTIVA



Lâmpada  
incandescente



Chuveiro  
elétrico



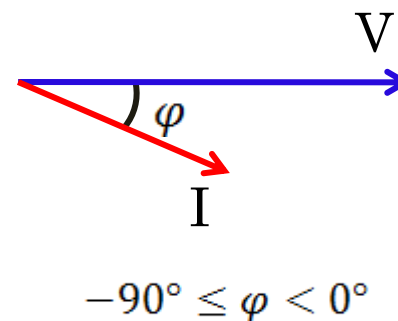
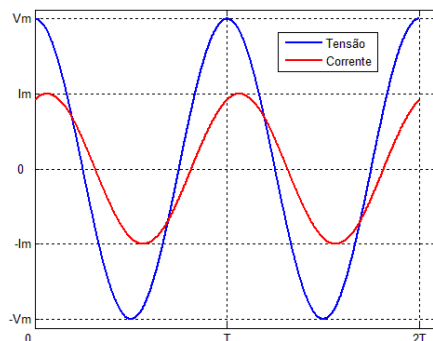
Ferro de passar



Aquecedor  
elétrico

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Tipos de carga: INDUTIVA



Transformador de potência



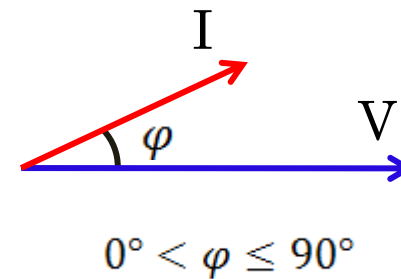
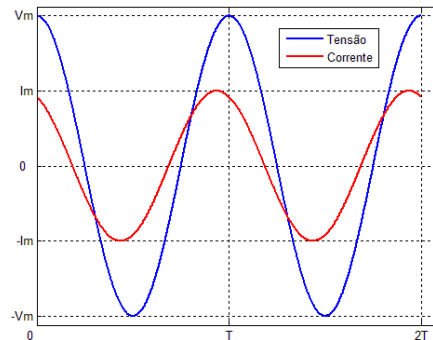
Motor de indução



Reator eletrônico

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Tipos de carga: CAPACITIVA



Compensador  
Síncrono



Banco de  
capacitores

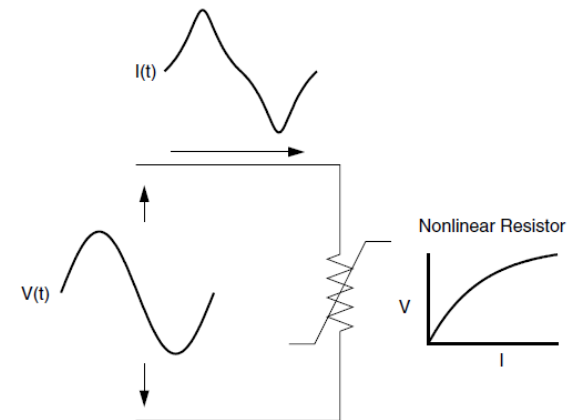
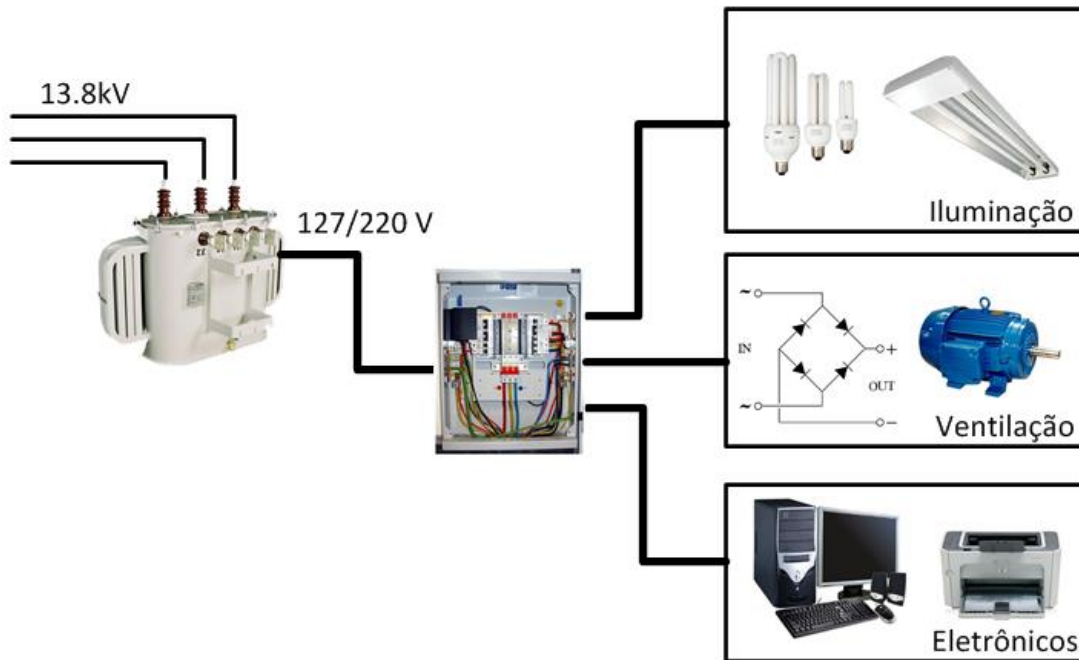


Linhas de  
transmissão

# Revisão de circuitos elétricos

✓ **Harmônicos:** Causados por cargas não-lineares

Ver: [Carga linear](#)

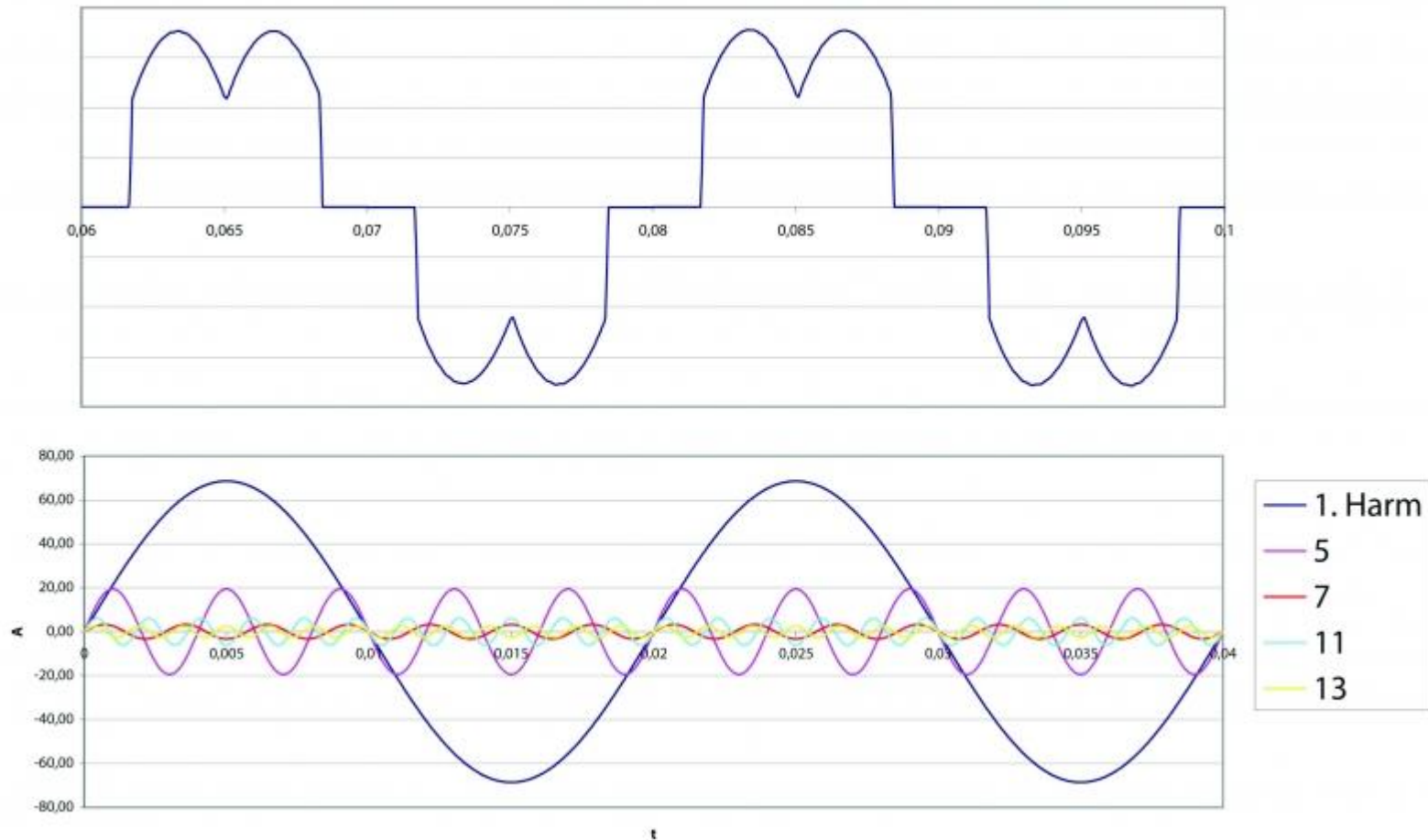




# Revisão de circuitos elétricos

✓ **Harmônicos:** Causados por cargas não-lineares

Ver: [Carga linear](#)



# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Harmônicos: Tetraedro das potências

$$\dot{S}_T = \dot{V}_{rms} * \dot{I}_{rms}^*$$

$$|\dot{S}_T| = |\dot{V}_{rms}| * |\dot{I}_{rms}^*|$$

$$S_T = V_{rms} * I_{rms}$$

$$S_T^2 = V_{rms}^2 * I_{rms}^2$$

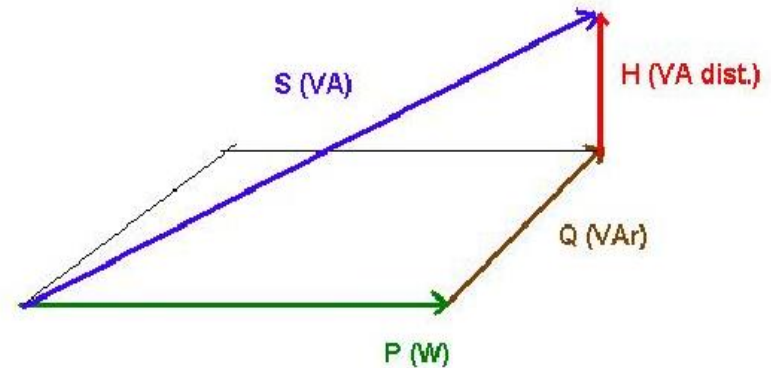
$$I_{rms}^2 = \sum_{n=1}^{\infty} I_{n_{rms}}^2 = I_{1_{rms}}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{n_{rms}}^2$$

$$S_T^2 = V_{rms}^2 * \left[ I_{1_{rms}}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{n_{rms}}^2 \right]$$

$$S_T^2 = \left[ V_{rms}^2 * I_{1_{rms}}^2 + V_{rms}^2 * \sum_{n=2}^{\infty} I_{n_{rms}}^2 \right]$$

$$S_T^2 = S_f^2 + S_H^2$$

$$S_T^2 = P^2 + Q^2 + H^2$$



$$S^2 = P^2 + Q^2 + H^2$$

# Revisão de circuitos elétricos

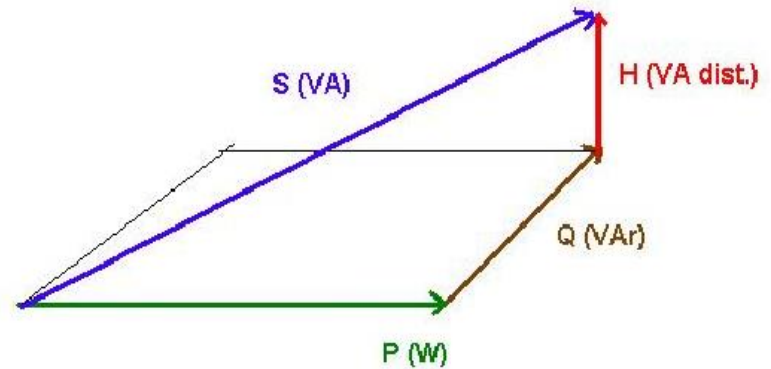
- ✓ **Harmônicos:** Tetraedro das potências e o fator de potência

$$FP = \frac{P}{S_T} = \frac{V_{rms} * I_{1rms} * \cos\phi_1}{V_{rms} * I_{rms}}$$

$$FP = \frac{I_{1rms}}{I_{rms}} * \cos\phi_1 \quad I_{rms} = I_{1rms} + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nrms}$$

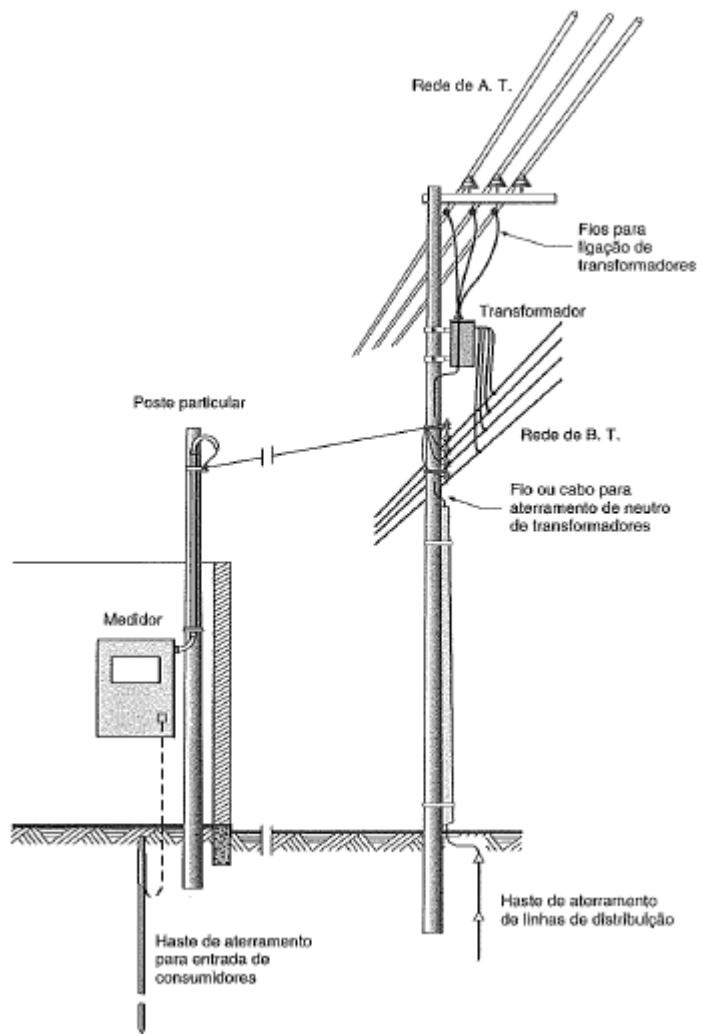
Fator  
de  
distorção

Fator  
de  
Deslocamento

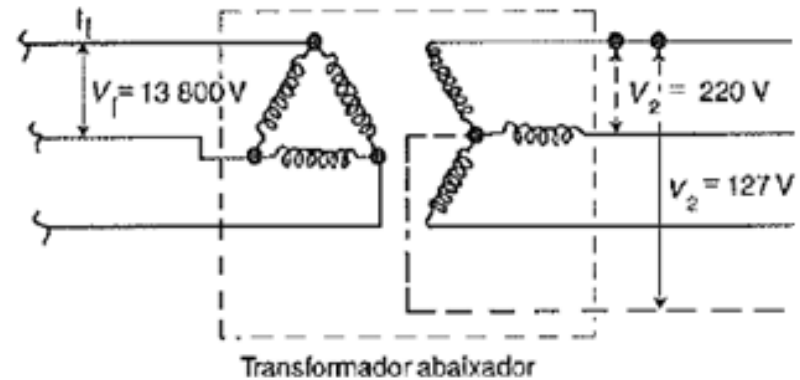
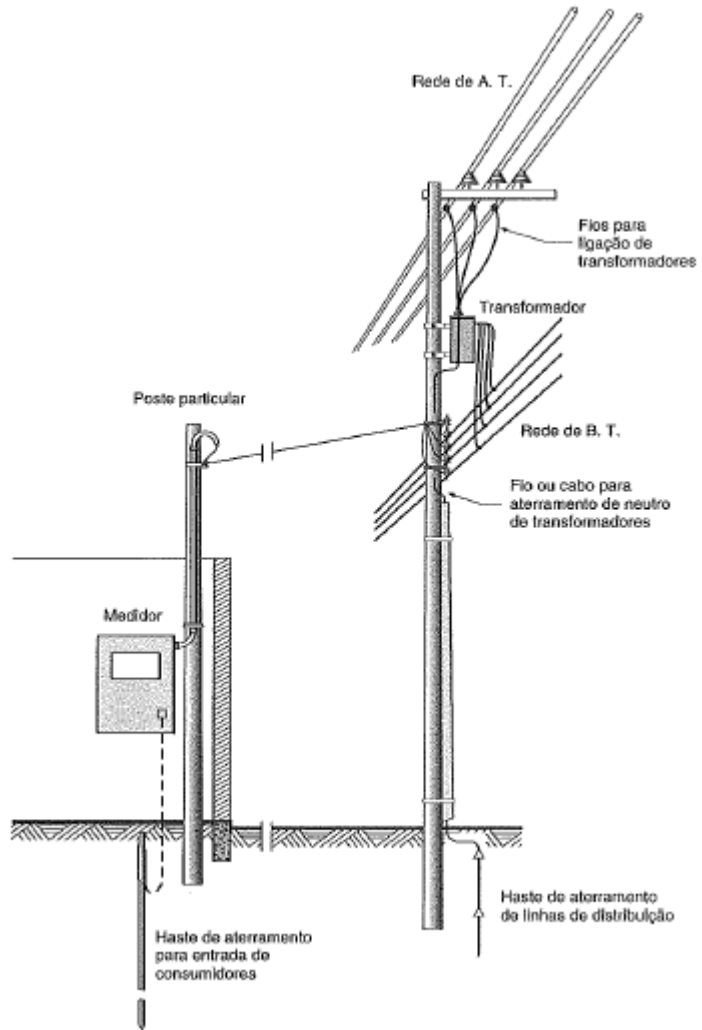


# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Circuitos trifásicos: Visão geral



## ✓ Circuitos trifásicos: Transformador de Potência



$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$V_1$  = tensão do lado primário  
 $I_1$  = corrente do lado primário  
 $V_2$  = tensão do lado secundário

$I_2$  = corrente do lado secundário  
 $N_1$  = número de espiras no primário  
 $N_2$  = número de espiras no secundário

# Revisão de circuitos elétricos

## ✓ Circuitos trifásicos: Tensão e Corrente (de Fase e de Linha)

*Lado primário:*

$V_1$  = tensão de linha ou tensão fase-fase

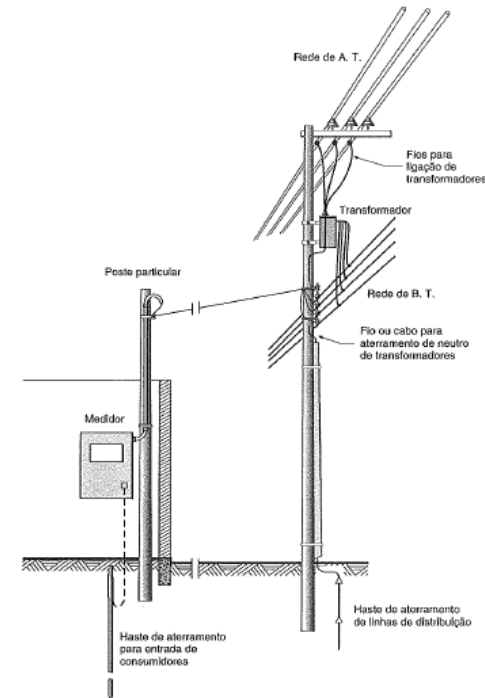
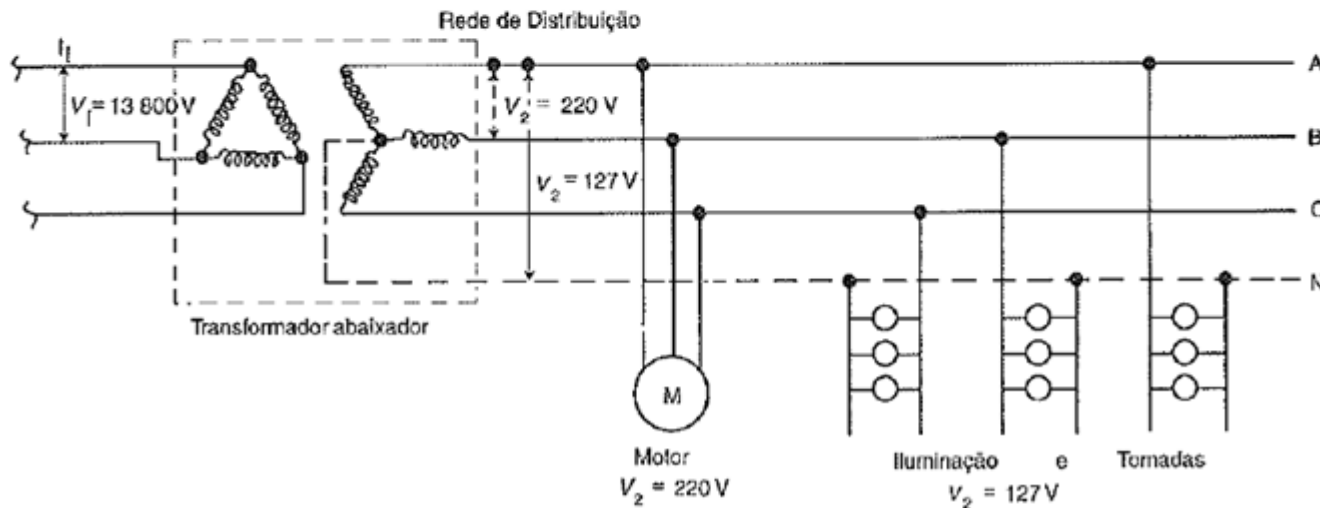
$I_1$  = corrente de linha ou corrente fase-fase

*Lado secundário:*

$V_2$  = tensão de linha ou tensão fase-fase

$v_2$  = tensão entre fase-neutro =  $\frac{V_2}{\sqrt{3}}$

$I_2$  = corrente de linha (igual à corrente entre fase-neutro)



## ✓ Circuitos trifásicos: Potência Trifásica

$$P_{1\phi} = V_f * I_f * \cos \varphi$$

$$P_{3\phi} = P_A + P_B + P_C$$

$$P_{3\phi} = 3 * V_f * I_f * \cos \varphi$$

Para uma carga em Estrela/Y

$$I_f = I_L \quad V_f = V_L / \sqrt{3}$$

Para uma carga em Triângulo/ $\Delta$

$$I_f = I_L / \sqrt{3} \quad V_f = V_L$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} * V_L * I_L * \cos \varphi$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} * V_L * I_L * \sin \varphi$$

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} * V_L * I_L$$

# Visão geral do SEP

