
Instalações Elétricas Prediais e Industriais I – (TE344)

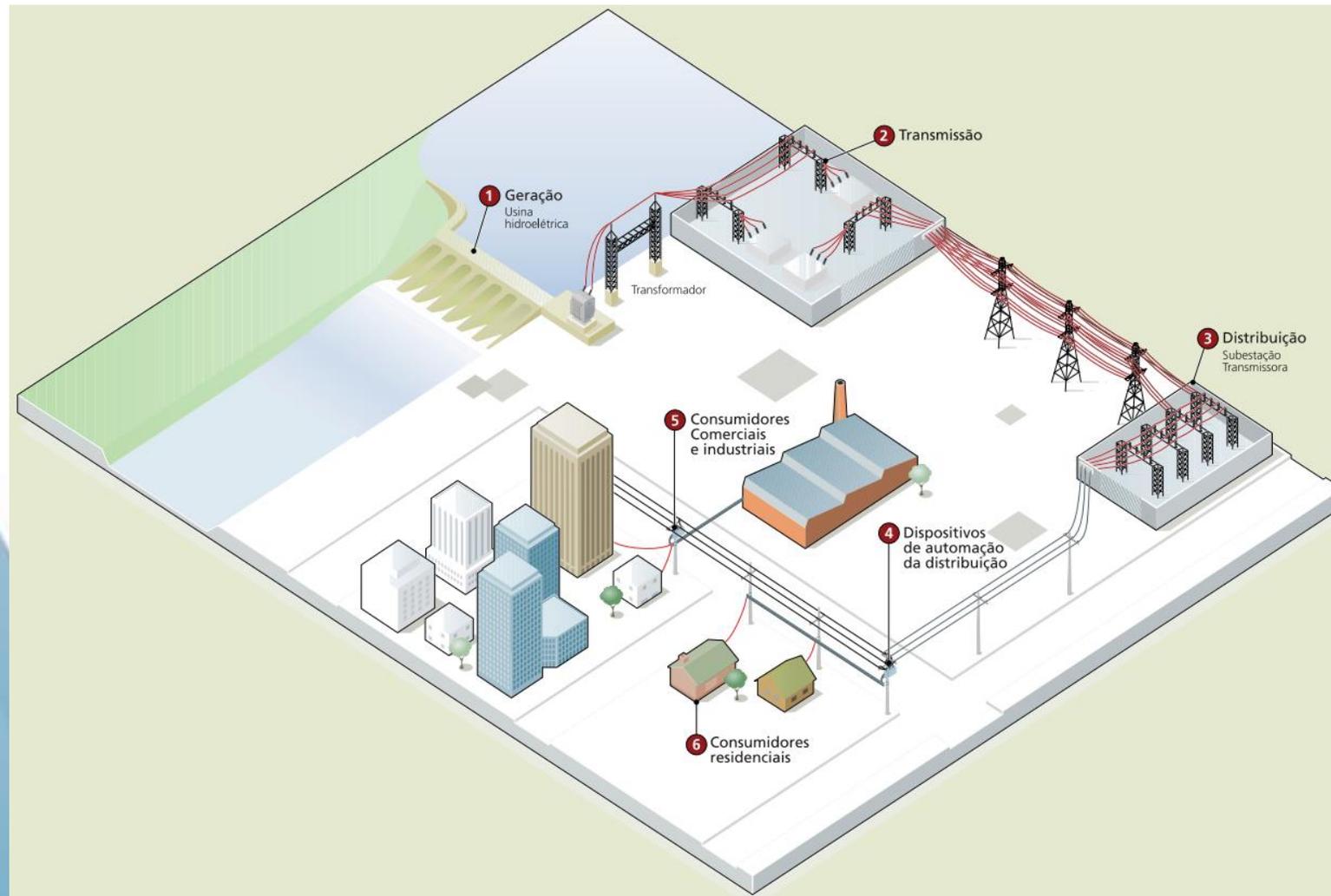
Aula 1 - Circuitos Monofásicos

PROF. DR. SEBASTIÃO RIBEIRO JÚNIOR

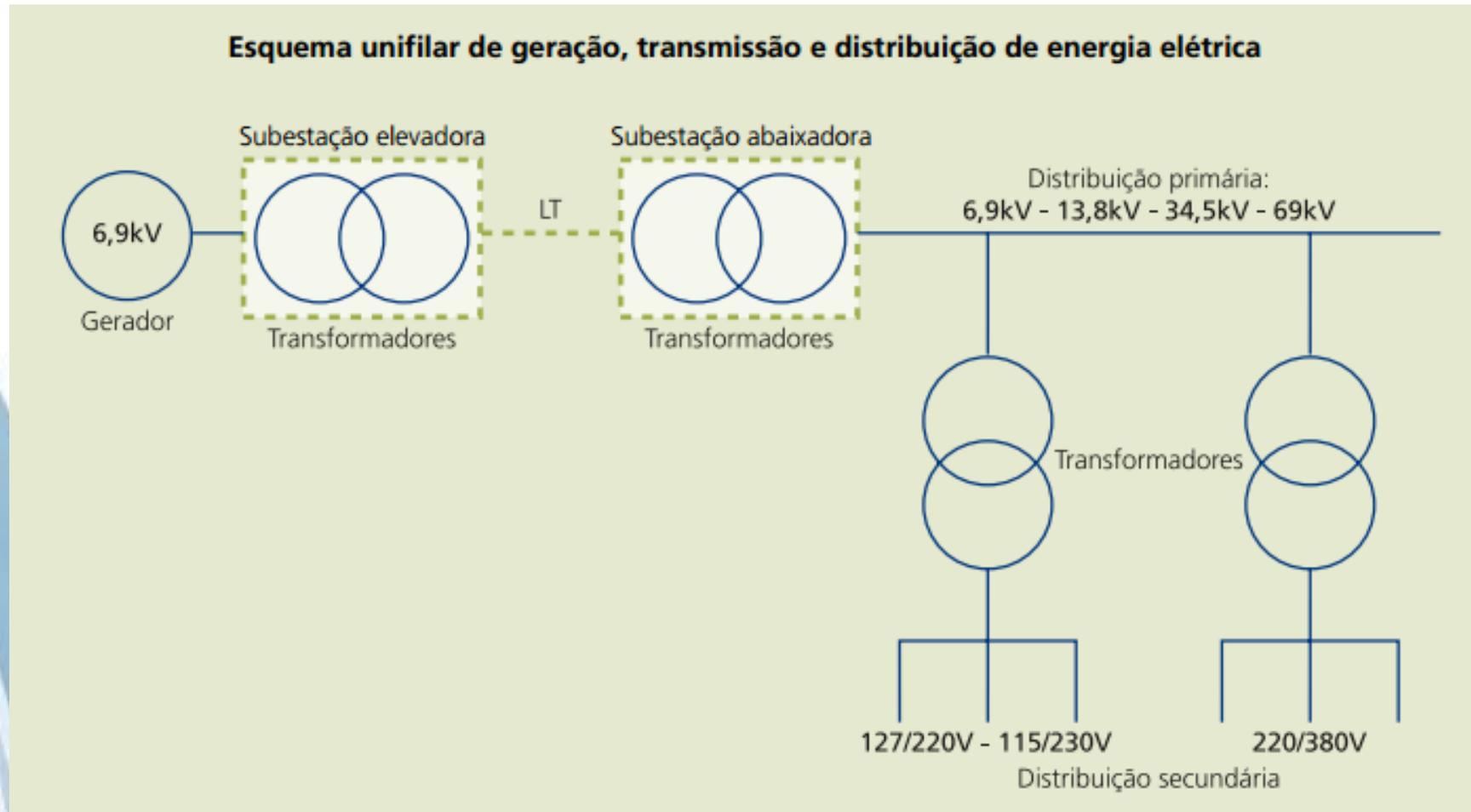
Instalações Elétricas de Baixa Tensão

CONCEITOS PRELIMINARES

Sistema Elétrico de Potência (SEP)

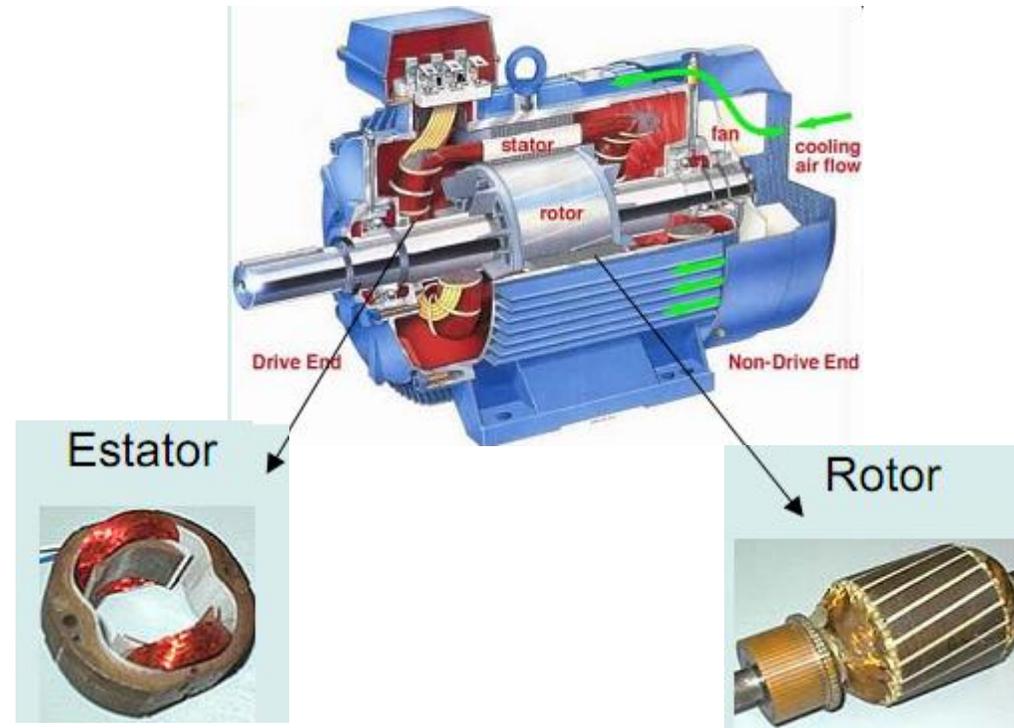
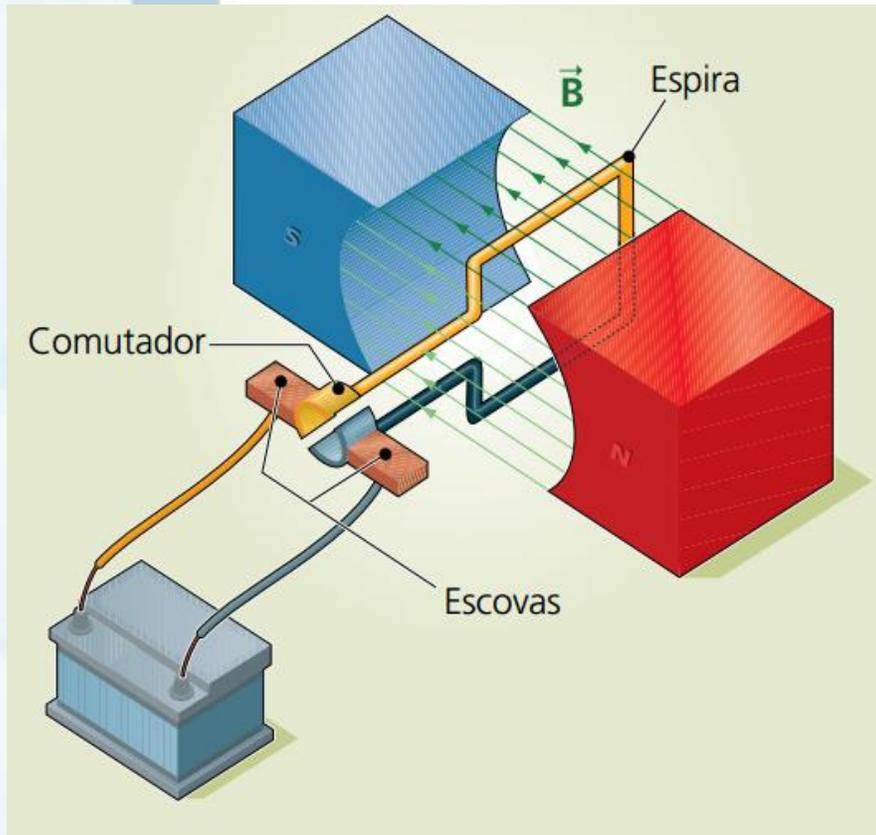


Sistema Elétrico de Potência (SEP)



Geradores

Gerador CC:



Geradores

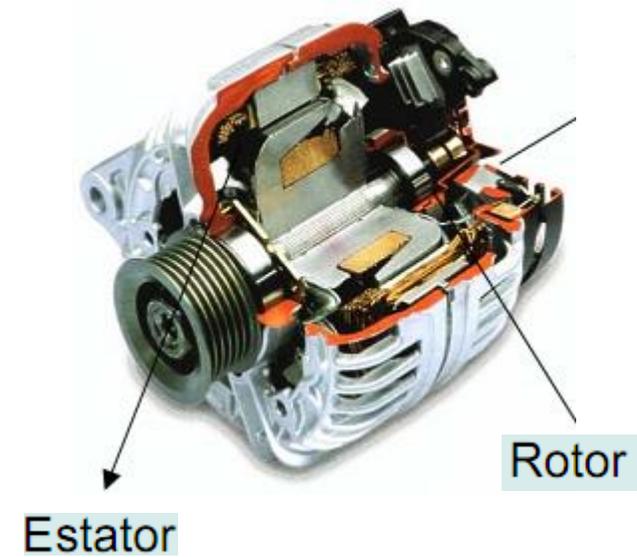
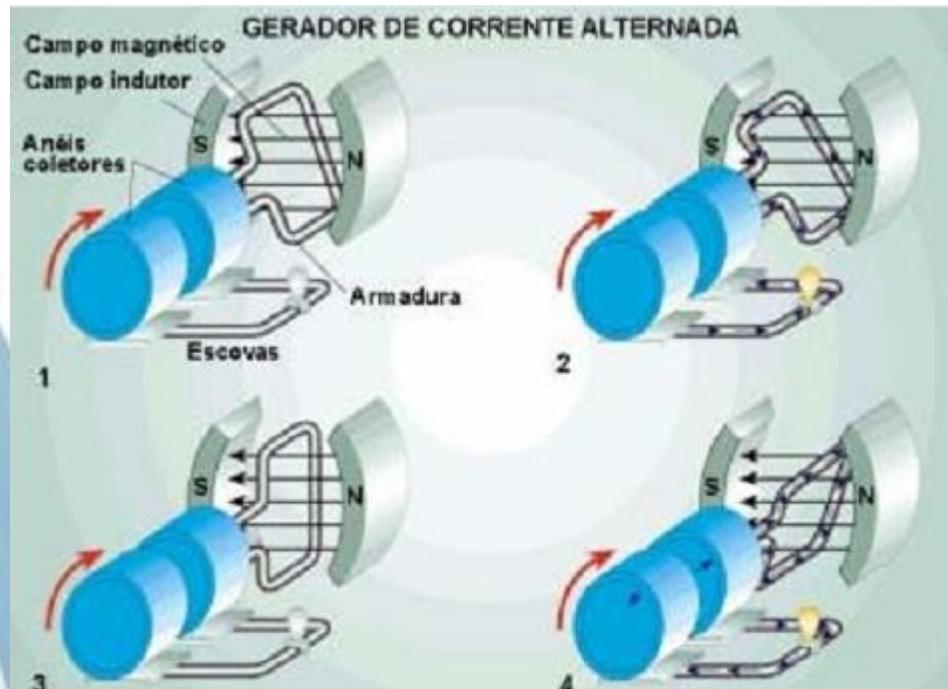
Gerador CC:

Motor de corrente contínua de 75kW de potência (à esquerda) acoplado a um gerador de corrente alternada de 75kVA (à direita). O equipamento é de 1912 e foi adquirido pela Universidade de São Paulo na época em que o Instituto de Eletrotécnica e Energia estava sendo montado, na década de 1940.



Geradores

- Gerador CA:



Geradores

Especificação de um gerador CA:

WEG	Fabricante
3600 RPM	Rotação
2 Pólos 60Hz 3 fases ligação em estrela para 13800 volts	Número de pólos, freqüência de saída, número de fases, tipo de ligação e tensão fornecida
15625KVA 12500kW 0,80 FP	Potência
60 0C	Temperatura

Geradores

- Gerador CA:

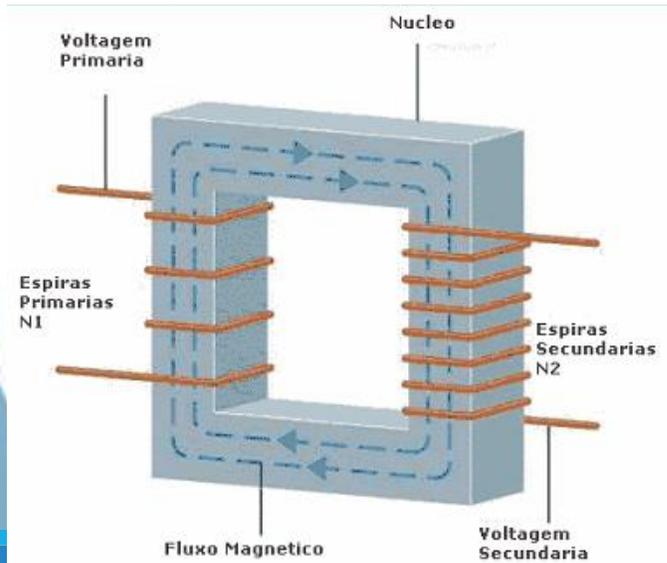


Geradores

SIEMENS			
Gerador síncrono N° 17-SP-78-4526		Generador síncronico N° 17-SP-78-4526	
Tipo 1DH 8861-3WF-39-Z		Tipo 1DH 8861-3WF-39-Z	
Freqüência	60 Hz	Rotación nominal	92,3 rpm
Potência nominal	737.000 kVA	Rotación de disparo	170 rpm
Potência máxima	766.000 kVA	Constante de inércia	5,07 s
Potência sem resfriamento a H ₂ O	200.000 kVA	GD ²	320.000 t m ²
Fator de potência	0,95	Temperatura máxima de operação com temperatura de H ₂ O de resfriamento a 30°C	
Tensão nominal	18.000 V	Enrolamento do estator	85°C
Corrente nominal	23.639 A	Enrolamento do rotor	100°C
Corrente máxima	24.569 A	Classe de isolamento	F
Ligação do estator		Peso do rotor completo	2.037 t
N° de fases	3	Peso do estator completo	692 t
Corrente excit. nominal	332,2 A	Peso total	3.558 t
Tensão excit. nominal	400 V	Regime de trabalho:	contínuo
Tensão de teto de excit.	2.250 V		
Normas	ANSI C50-1-1977	IEEE 115-1965	IEC 34-1-1969
Local e ano de fabricação:	Siemens S.A., Fábrica Lapa, S.P-1989		
Indústria Brasileira	C.G.C. 44.013.159/0002-05		
CONTRATO 562/78			
CIEM - CONSÓRCIO ITAIPU ELETROMECAÂNICO			

SIEMENS			
Generador síncronico N° 17-SP-78-4526		Generador síncronico N° 17-SP-78-4526	
Tipo 1DH 8861-3WF-39-Z		Tipo 1DH 8861-3WF-39-Z	
Frecuencia	60 Hz	Rotación nominal	92,3 rpm
Potencia nominal	737.000 kVA	Rotación de arranque	170 rpm
Potencia máxima	766.000 kVA	Const. de energia acum.	5,07 s
Potencia sin enfriamiento por agua	200.000 kVA	GD ²	320.000 t m ²
Factor de potencia	0,95	Temperatura máxima de operación con agua a 30°C	
Voltaje nominal	18.000 V	Bobinado del estator	85°C
Corriente nominal	23.639 A	Bobinado del rotor	100°C
Corriente máxima	24.569 A	Clase de aislamiento	F
Conexión del estator		Peso del rotor completo	2.037 t
Número de fases	3	Peso del estator completo	692 t
Corriente de excit. nominal	332,2 A	Peso total	3.558 t
Voltaje de excit. nominal	400 V	Regimen de operación:	continuo
Voltaje pico	2.250 V		
Normas	ANSI C50-1-1977	IEEE 115-1965	IEC 34-1-1969
Local y año de fabricación:	Siemens S.A., Fábrica Lapa, S.P-1989		
Industria Brasileña	C.G.C. 44.013.159/0002-05		
CONTRATO 562/78			
CIEM - CONSORCIO ITAIPU ELECTROMECAÂNICO			

Transformadores



$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Cargas

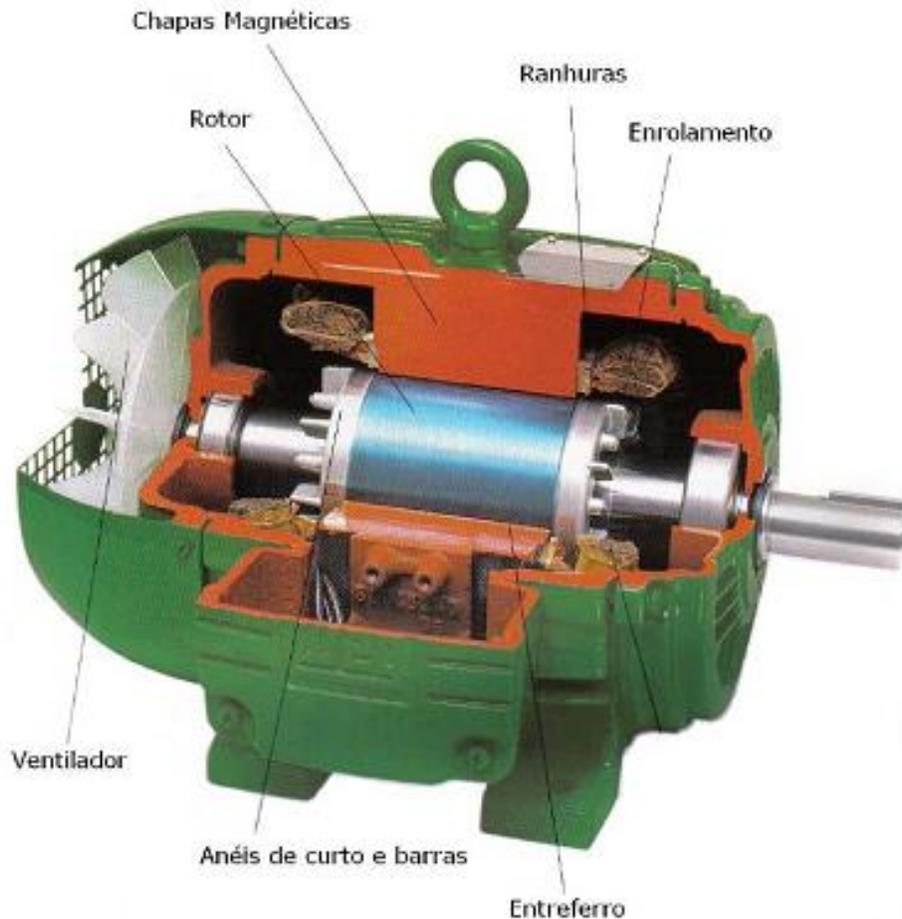


Cargas

Motores:



Motor de Indução



Principais partes:

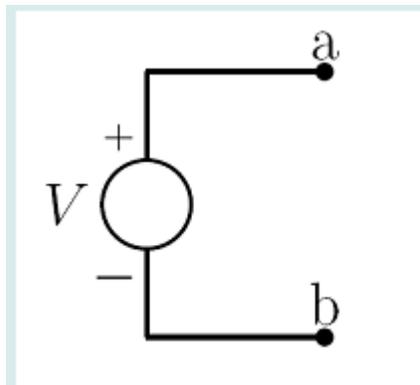
- Estator (parte estacionária)
- Rotor (parte rotativa)

Princípio de funcionamento:

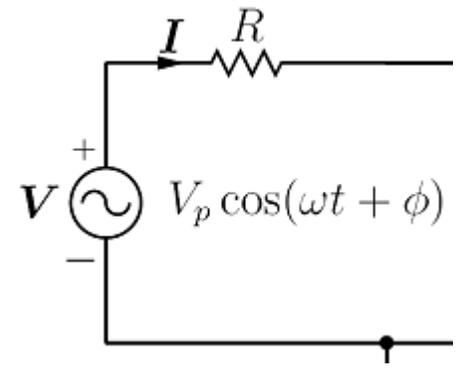
- Quando o enrolamento do estator é energizado através de uma alimentação, cria-se um campo magnético rotativo.
- À medida que o campo varre os condutores do rotor, é induzida uma **f.e.m.** nesses condutores ocasionando o aparecimento de um fluxo de corrente nos condutores.
- Esta interação provoca o aparecimento de um torque sobre o rotor

Tipos de Fonte (Tensão ou Corrente)

Corrente Contínua:

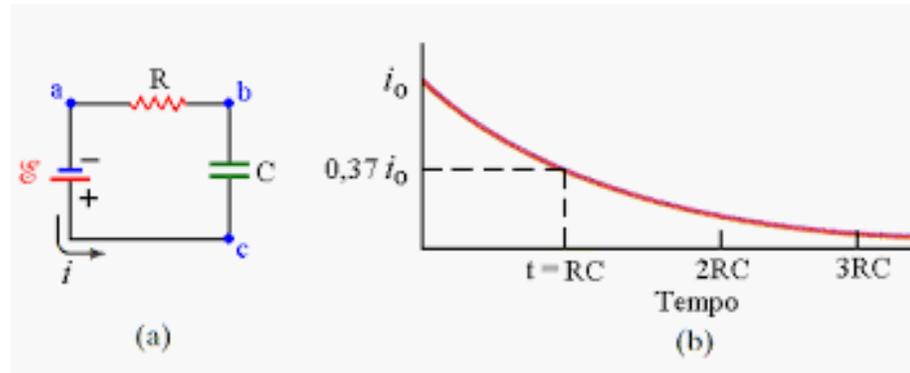
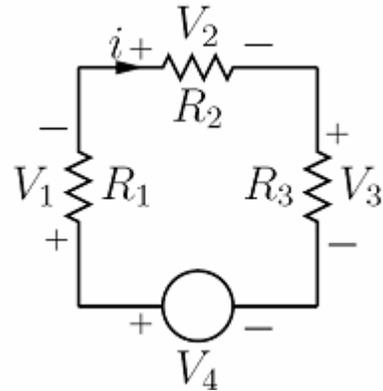


Corrente Alternada:

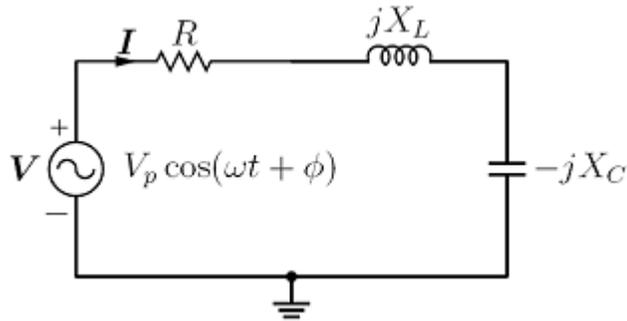


Tipos de Circuitos

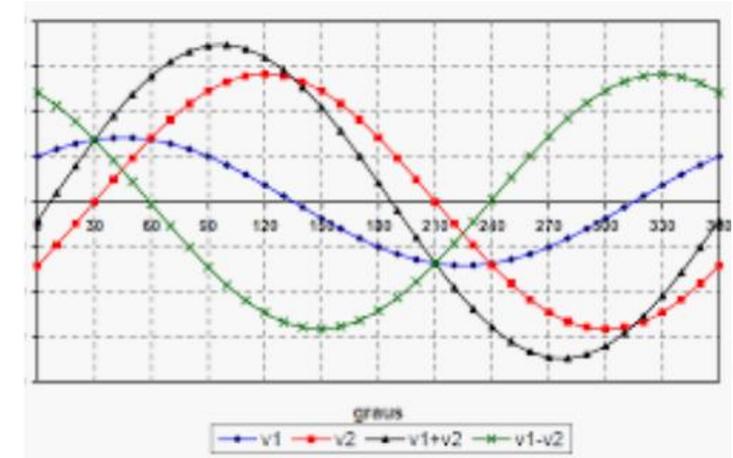
Corrente Contínua (Análise Temporal):



Corrente Alternada (Análise temporal ou espectral):

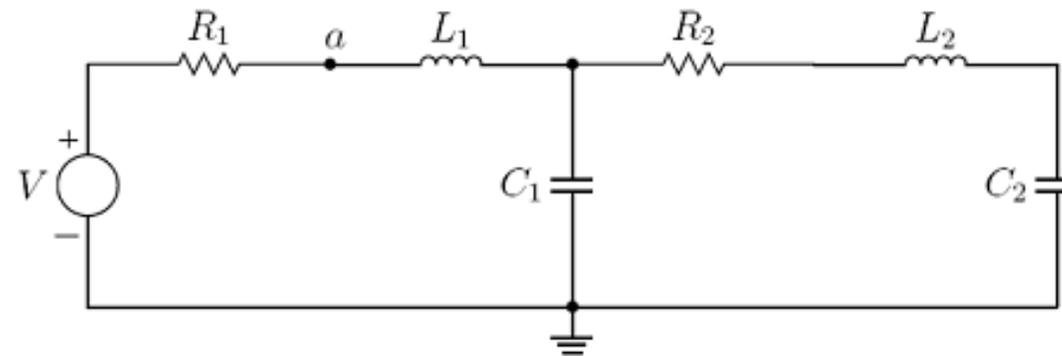
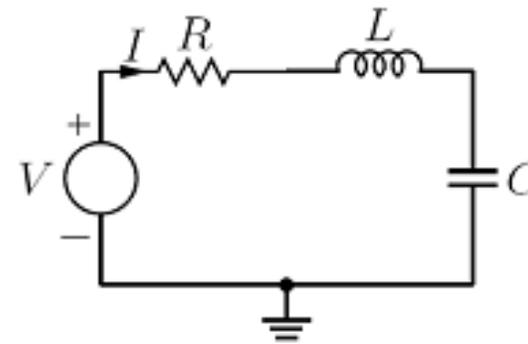
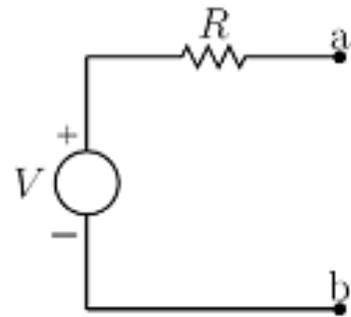


$$P_{RMS} = \frac{V_{RMS}^2}{R} = \frac{\left(\sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} V^2(t) dt} \right)^2}{R} \Rightarrow P_{RMS} = \frac{1}{R \cdot T} \cdot \int_{t_0}^{t_0+T} V^2(t) dt$$



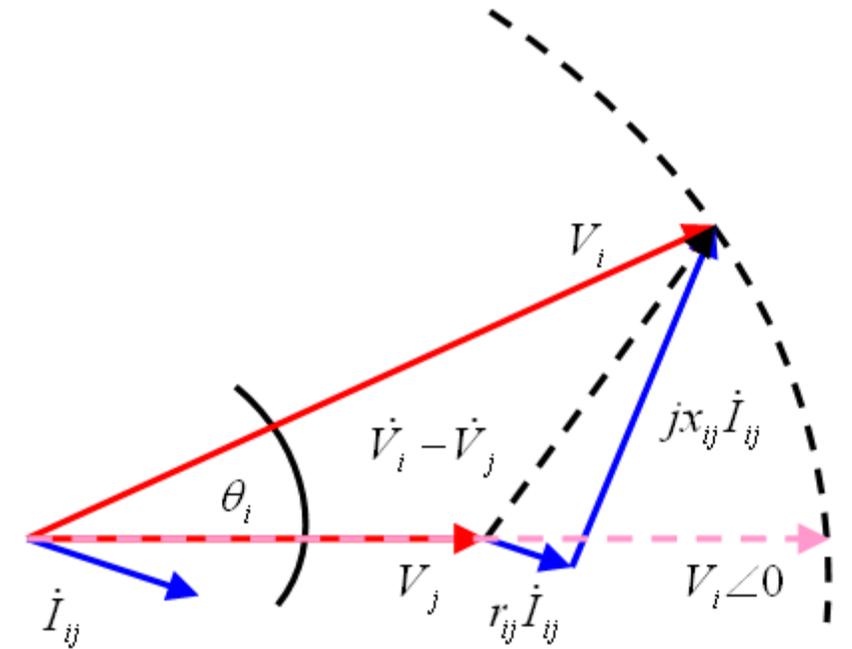
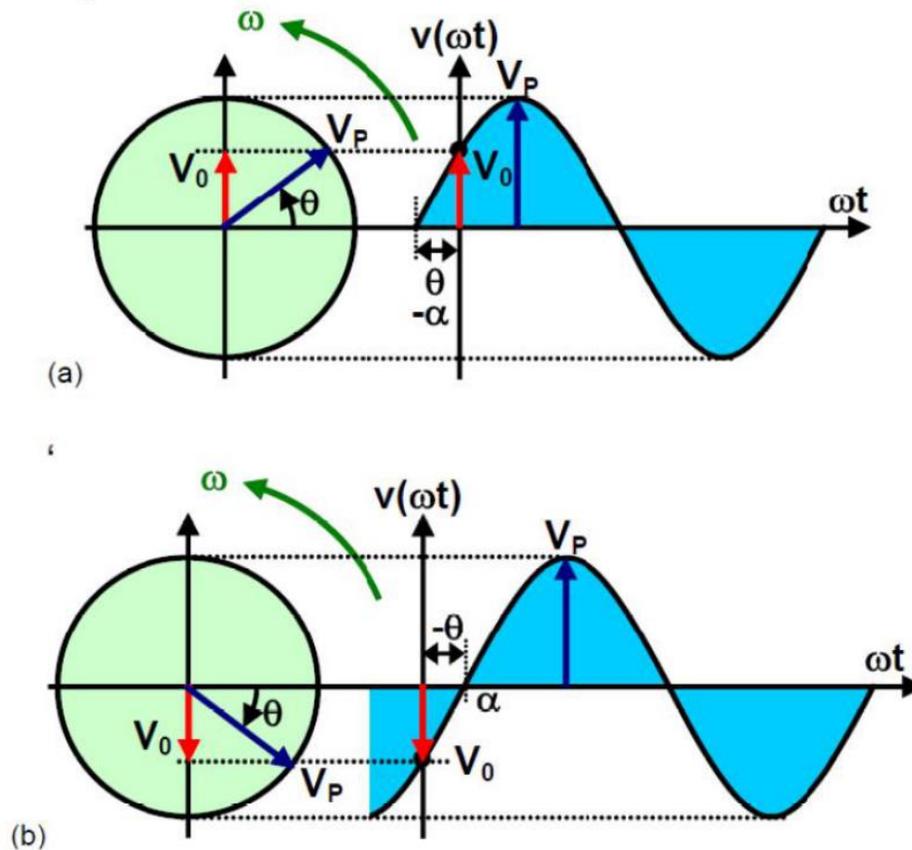
Circuito Monofásico

- Fontes em fase:



Circuito Monofásico

- Diagrama fasorial:



Potência

A potência aparente é composta por duas parcelas:

- Ativa
- Reativa

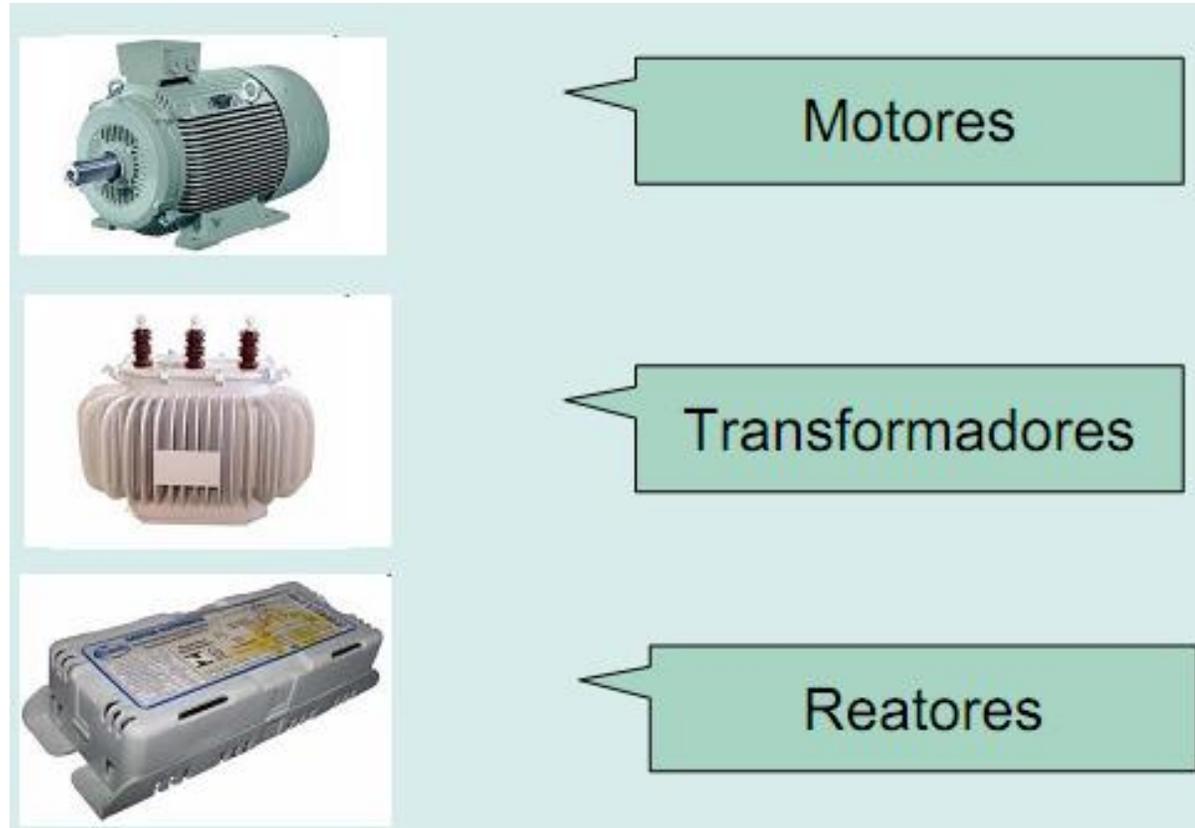
$$Potência = V.I$$

Aparente

Potência Ativa

		Potência mecânica
		Potência térmica
		Potência luminosa

Potência Reativa



Caso Monofásico

$$P = V.I.\cos\theta$$

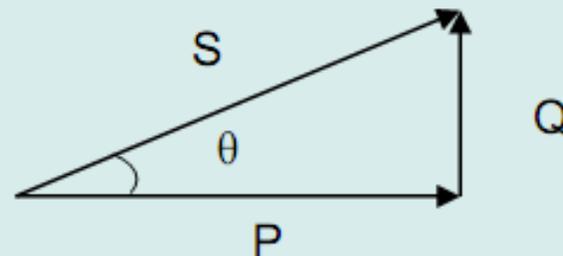
Ativa, real [W]

$$Q = V.I.\sen\theta$$

Reativa [VAR]

$$S = V.I$$

Aparente [VA]



No nosso caso...

Em projetos de instalação elétrica residenciais, comerciais e industriais os cálculos efetuados são baseados na potência **ativa** e na potência **aparente**

Portanto, é importante conhecer a relação entre elas para que se entenda o que é **fator de potência**

Fator de Potência

Sendo a potência ativa uma parcela da potência aparente, pode-se dizer que ela representa uma porcentagem da potência aparente que é transformada em **potência mecânica, térmica ou luminosa**

A esta porcentagem dá-se o nome de **fator de potência**

Fator de Potência

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{VI \cos \theta}{VI} = \cos \theta$$

FP

Indutivo: I -> V (atraso)

Capacitivo: V -> I (avanço)

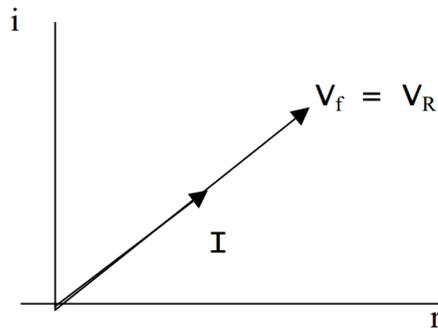
Fator de Potência

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{VI \cos \theta}{VI} = \cos \theta$$

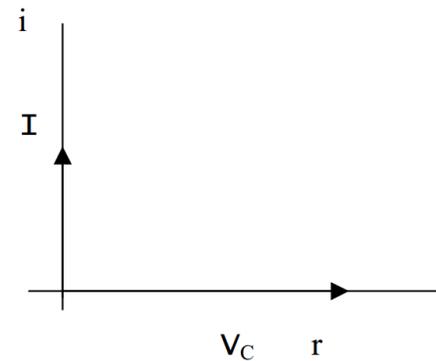
FP

Indutivo: I -> V (atraso)

Capacitivo: V -> I (avanço)

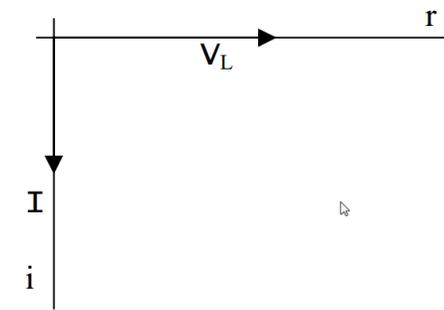


Circuito resistivo, a tensão e a corrente estão **EM FASE**

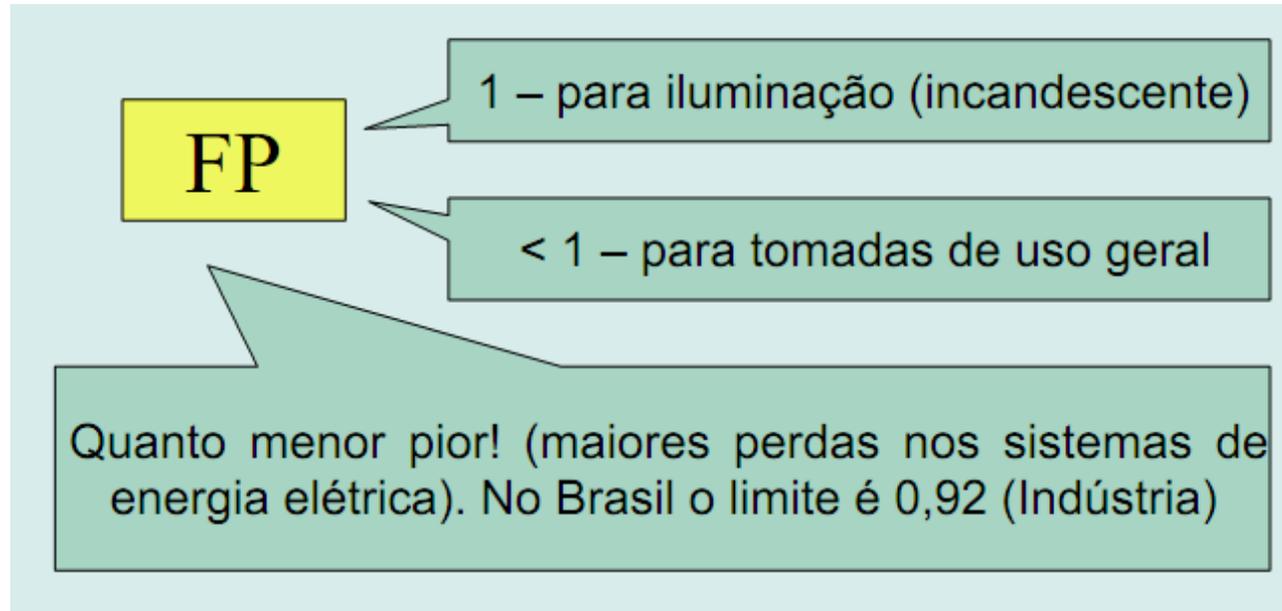


Circuito **Capacitivo**
Corrente **Adiantada**

Circuito **Indutivo**
Corrente **Atrasada**

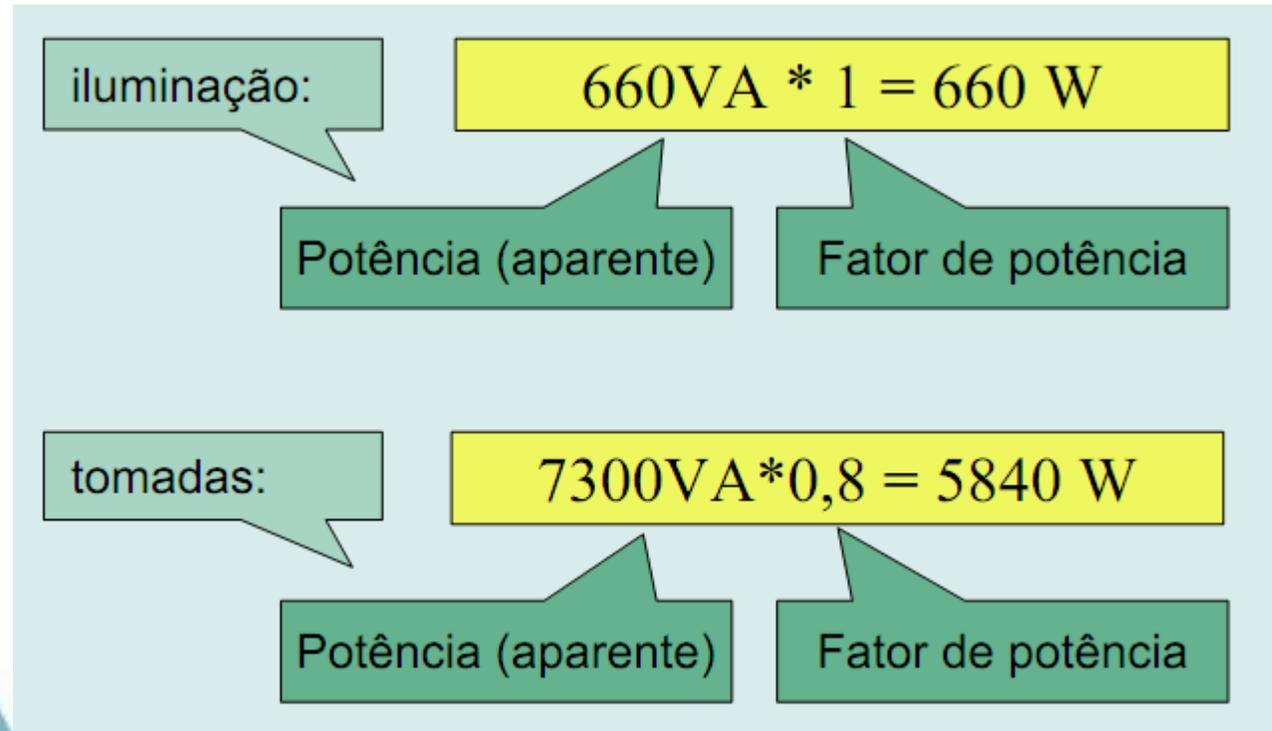


No nosso caso...



Tomadas de uso específico o fator de potencia e delimitado pela **carga**.

No nosso caso...



No nosso caso...

Tabela 1.6 ■ Potências nominais típicas de aparelhos eletrodomésticos e eletroprofissionais

Aparelho	Potências nominais típicas (entrada)
Aquecedor de água central (boiler)	
50 a 100 l	1.000 W
150 a 200 l	1.250 W
250 l	1.500 W
300 a 350 l	2.000 W
400 l	2.500 W
Aquecedor de água de passagem	4.000 a 8.200 W
Aquecedor de ambiente (portátil)	500 a 1.500 W
Ar-condicionado central	8.000 W
Ar-condicionado tipo janela	
7.100 btu/h	900 W
8.500 btu/h	1.300 W
10.000 btu/h	1.400 W
12.000 btu/h	1.600 W
14.000 btu/h	1.900 W
18.000 btu/h	2.600 W
21.000 btu/h	2.800 W
30.000 btu/h	3.600 W
Aspirador de pó (residencial)	500 a 1.000 W
Barbeador	8 a 12 W

Batedeira	100 a 300 W
Cafeteira	1.000 W
Caixa registradora	100 W
Centrifuga	150 a 300 W
Churrasqueira	3.000 W
Chuveiro	4.000 a 6.500 W
Congelador (<i>freezer</i>) (residencial)	350 a 500 VA
Cortador de grama	800 a 1.500 W
Distribuidor de ar (<i>fan coil</i>)	250 W
Ebulidor	2.000 W
Esterilizador	200 W
Exaustor de ar para cozinha (residencial)	300 a 500 VA
Faca elétrica	135 W
Ferramentas portáteis	500 a 1.800 W
Ferro de passar roupa	800 a 1.650 W
Fogão (residencial) por boca	2.500 W
Forno (residencial)	4.500 W
Forno de microondas (residencial)	1.200 VA

No nosso caso...

Aparelho	Potências nominais típicas (entrada)
Geladeira (residencial)	150 a 500 VA
Grelha elétrica	1.200 W
Impressora	80 a 350 W
Lavadora de pratos (residencial)	1.200 a 2.800 VA
Lavadora de roupa (residencial)	770 VA
Liquidificador	270 VA
Máquina de costura (não-profissional)	60 a 150 W
Máquina de escrever	150 VA
Máquina copiadora	1.500 a 3.500 VA
Microcomputador	150 a 250 W
Monitor	200 a 300 W
Projektor de slides	250 W
Retroprojektor	1.200 W
<i>Scanner</i>	100 a 150 W
Secador de cabelos (não-profissional)	500 a 1.200 W
Secadora de roupas (residencial)	2.500 a 6.000 W
Televisor	75 a 300 W
Torneira	2.800 a 5.200 W
Torradeira (residencial)	500 a 1.200 W
Triturador de lixo (na pia)	300 W
Ventilador (circulador de ar) de pé	300 W
Ventilador (circulador de ar) portátil	60 a 100 W

No nosso caso...

Norma	Título
NR 10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade
NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão
NBR 14039	Instalações elétricas de média tensão 1kV-36,2 kV
NBR 5418	Instalações elétricas em atmosferas explosivas
NBR 5419	Proteção contra descargas elétricas atmosféricas
NBR 8222	Execução de sistemas de prevenção contra explosão e incêndio por evitar sobrepensões decorrentes de arcos elétricos internos em transformadores e reatores de potência
NBR 8874	Execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio, com água nebulizada para transformadores e reatores de potência
NBR 12232	Execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO ₂) em transformadores de potência
NBR 13231	Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição
IEC 61850	Redes de comunicação e sistemas em subestações
NBR 6979	Conjunto de manobras e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até 36,2 kV
NBR IEC 60439-1	Conjunto de manobra e controle de baixa tensão – parte I: conjuntos com ensaio de tipo totalmente testado (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo (PTTA)
NBR 5356	Transformador de potência – especificação
NBR 5380	Transformador de potência – testes
IEC 479-1 IEC 479-2	Efeitos da corrente nos seres humanos e no gado

Circuitos Monofásicos

EXERCÍCIOS

Exercícios

- 1 - Qual é a corrente elétrica absorvida por uma lâmpada incandescente de 60 W e 115 V?
- 2 - Um chuveiro elétrico traz os seguintes dados nominais: 127 V, 3200 W. Qual a sua corrente de alimentação?
- 3 - Uma lâmpada de 200 W e resistência de 70 ohms é alimentada por um cabo cuja resistência é de 0,02 ohms/m. A tensão na tomada onde é ligada a alimentação é de 127 V e o comprimento total do circuito é de 150 m. Qual será a tensão na lâmpada?
- 4 - Um motor monofásico que aciona uma bomba d'água tem os seguintes dados de placa: 1 cv, 127 V, 60 Hz, rendimento de 82%, FP 0,8. Calcule a corrente que absorve da rede se for alimentado com 127 V. (1 cv = 736 W)

Exercícios

1 - Qual é a corrente elétrica absorvida por uma lâmpada incandescente de 60 W e 115 V?

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \quad I = \frac{60}{115.1} = 0,52 \text{ A}$$

Exercícios

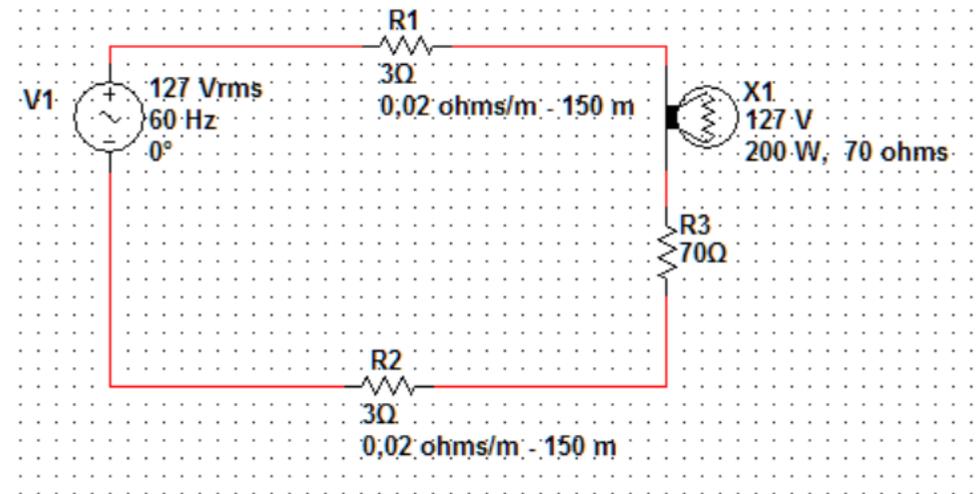
2 - Um chuveiro elétrico traz os seguintes dados nominais: 127 V, 3200 W. Qual a sua corrente de alimentação?

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \quad I = \frac{3200}{127.1} = 25,19 \text{ A}$$

Exercícios

3 - Uma lâmpada de 200 W e resistência de 70 ohms é alimentada por um cabo cuja resistência é de 0,02 ohms/m. A tensão na tomada onde é ligada a alimentação é de 127 V e o comprimento total do circuito é de 150 m. Qual será a tensão na lâmpada?



Exercícios

$$R_{eq} = 70 + 3 + 3 = 76 \Omega$$

$$I_T = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{127}{76} = 1,67 \text{ A}$$

$$V_L = 70 \cdot 1,67 = 116,9 \text{ V}$$

Exercícios

Potencia Efetiva

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$P = 116,9 \cdot 1,67 \cdot 1 = 195,22 \text{ W}$$

Perdas

$$V_P = V_T - V_L = 127 - 116,9 = 10,1 \text{ V}$$

$$\text{Perdas}(\%) = \frac{10,1}{127} \cdot 100 = 7,95 \%$$

Exercícios

4 - Um motor monofásico que aciona uma bomba d'água tem os seguintes dados de placa: 1 cv, 127 V, 60 Hz, rendimento de 82%, FP 0,8. Calcule a corrente que absorve da rede se for alimentado com 127V. (1 cv = 736 W)

$$I = \frac{736 \cdot cv}{V \cdot \cos\theta \cdot \eta}$$

$$I = \frac{736 \cdot 1}{127 \cdot 0,8 \cdot 0,82} = 8,83 \text{ A}$$

$$I = \frac{736 \cdot 1}{127 \cdot 0,7 \cdot 0,82} = 10,09 \text{ A}$$

$$I = \frac{736 \cdot 1}{127 \cdot 0,9 \cdot 0,82} = 7,85 \text{ A}$$



REVISÃO

SEP

POTÊNCIA

FATOR DE POTÊNCIA