

# Projeto Elétrico Predial e Industrial

AULA 02

Prof. Dorival Rosa Brito

Conceitos Fundamentais

Vitória- ES - 2020

# Tópicos

- ❑ Energia elétrica
- ❑ Fontes de eletricidade
- ❑ Fontes de tensão e corrente
- ❑ Geração de tensão e corrente
- ❑ Transformadores
- ❑ Circuitos monofásicos e trifásicos
- ❑ Potência ativa, reativa e aparente
- ❑ Fator de potência e eficiência

POTÊNCIA

# Potência

$$P = V \cdot I \quad [W]$$

Geral

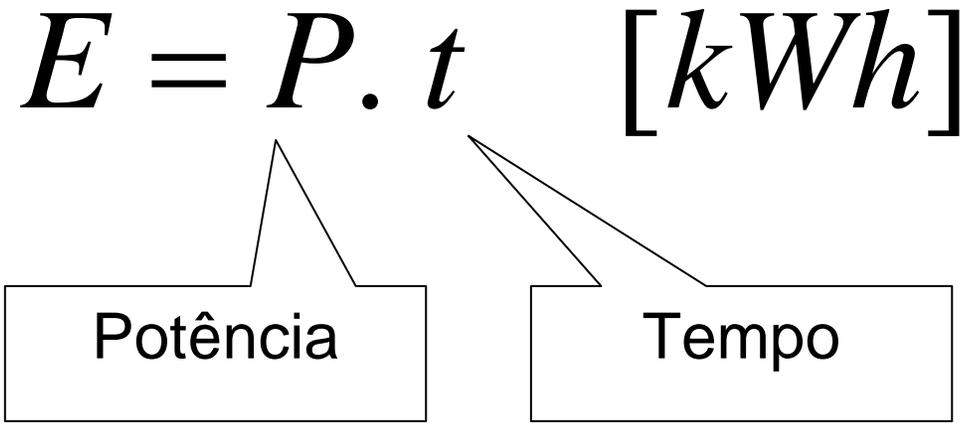
$$P = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

Resistor

**ENERGIA**

# Energia

$$E = P \cdot t \quad [kWh]$$



Potência

Tempo

# **FONTES DE ELETRICIDADE**

# Fontes de Eletricidade

## □ Baterias e pilhas



Convertem energia química em energia elétrica

# Fontes de Eletricidade

## □ Geradores (síncronos)



A tensão é produzida a partir da rotação de bobinas através de um campo magnético estacionário

# Fontes de Eletricidade

## □ Energia hidráulica



Usina de Itaipu



Usina de Tucuruí

A força da água faz mover as pás de uma turbina  
(geradores síncronos)

# Fontes de Eletricidade

## □ Energia térmica



Usina de Candiota - RS

Carvão, óleo ou gás natural são queimados para gerar calor

# Fontes de Eletricidade

## □ Energia eólica



Osório - RS

A energia do vento faz mover as pás de uma turbina (aerogerador)

# Fontes de Eletricidade

## □ Energia nuclear



Chernobyl - Ucrânia



Fukushima - Japão



Angra - Brasil

O calor é obtido a partir de uma reação nuclear (fissão nuclear) e depois convertido em energia elétrica

# Fontes de Eletricidade

## □ Células solares

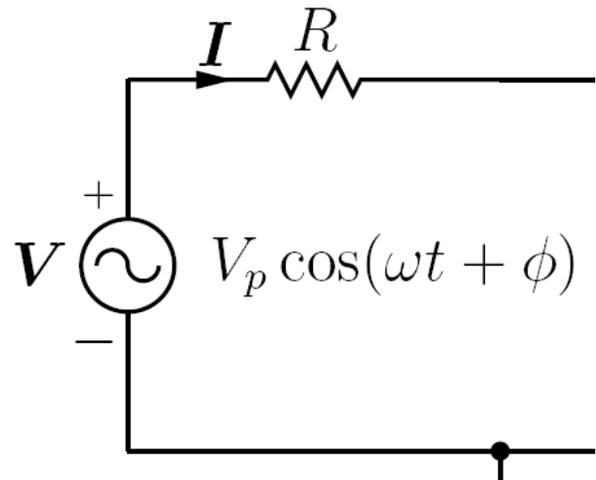
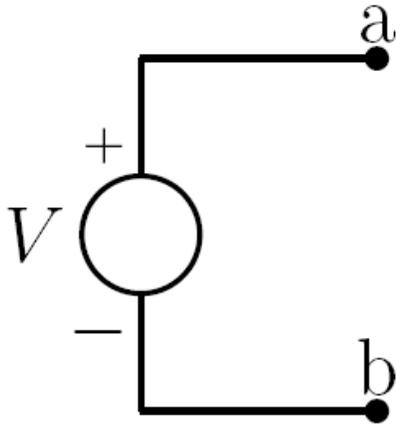


Convertem energia luminosa em energia elétrica

# TIPOS DE FONTES

# Tipos de Fonte

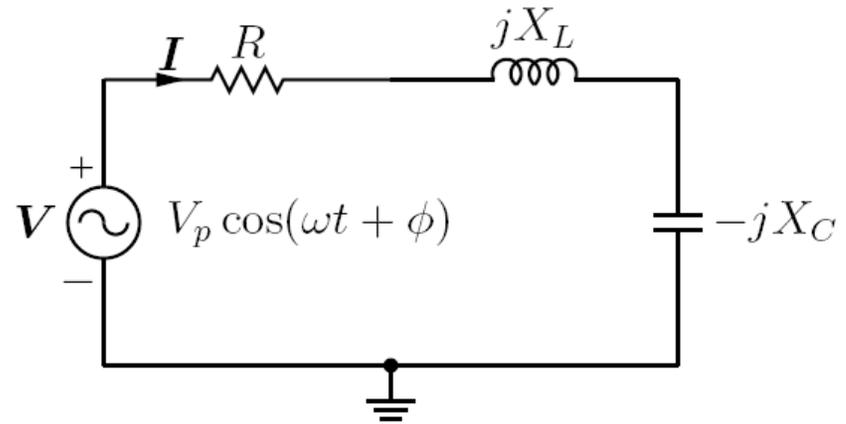
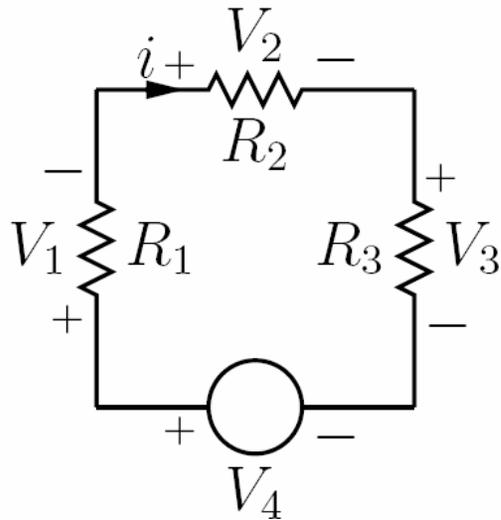
- Fontes de tensão e corrente:
  - Corrente Contínua (CC)
  - Corrente Alternada (CA)



# Tipos de Circuitos

## □ Circuitos de:

- Corrente Contínua (análise temporal)
- Corrente Alternada (análise espectral)



GERAÇÃO CC/CA

# Motores e Geradores

- Motor: é uma máquina que converte energia elétrica em energia mecânica
- Presente em:



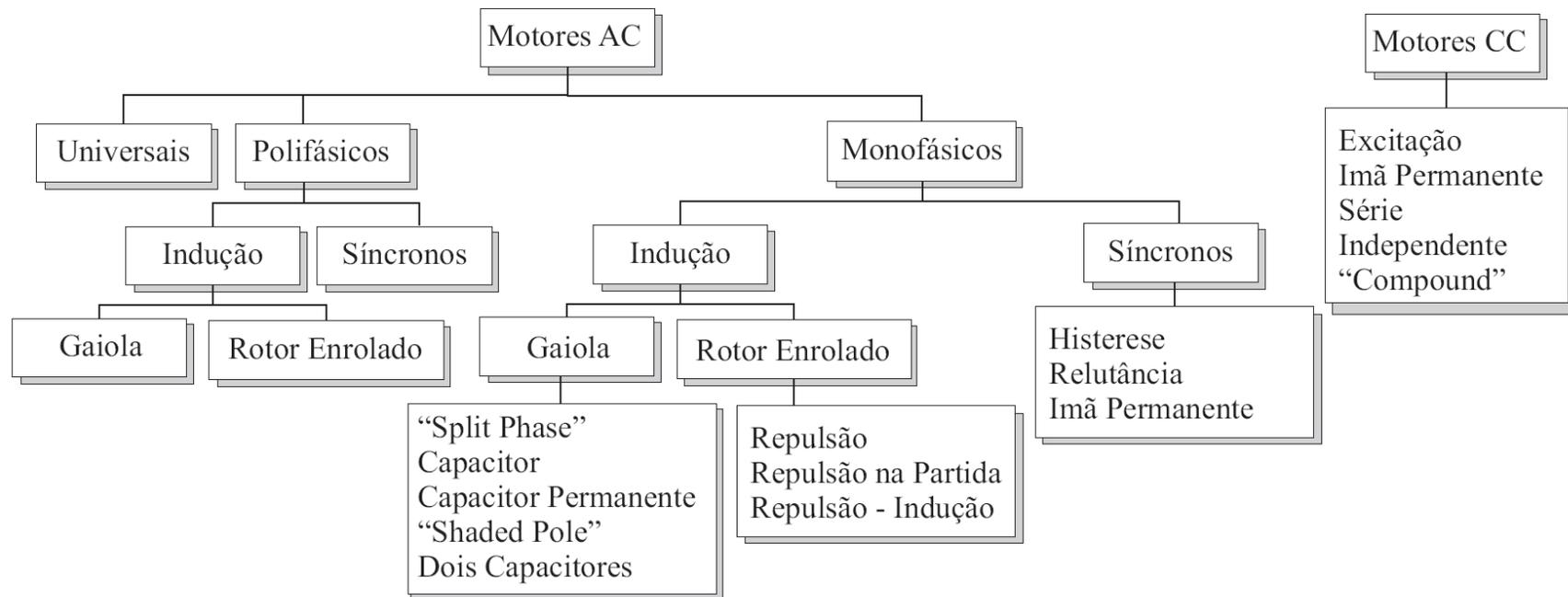
# Motores e Geradores

- Gerador: é uma máquina que converte energia mecânica de rotação em energia elétrica
- A energia mecânica pode ser fornecida por uma queda-d'água, vapor vento, gasolina ou óleo diesel ou por um motor



# Tipos de Motores

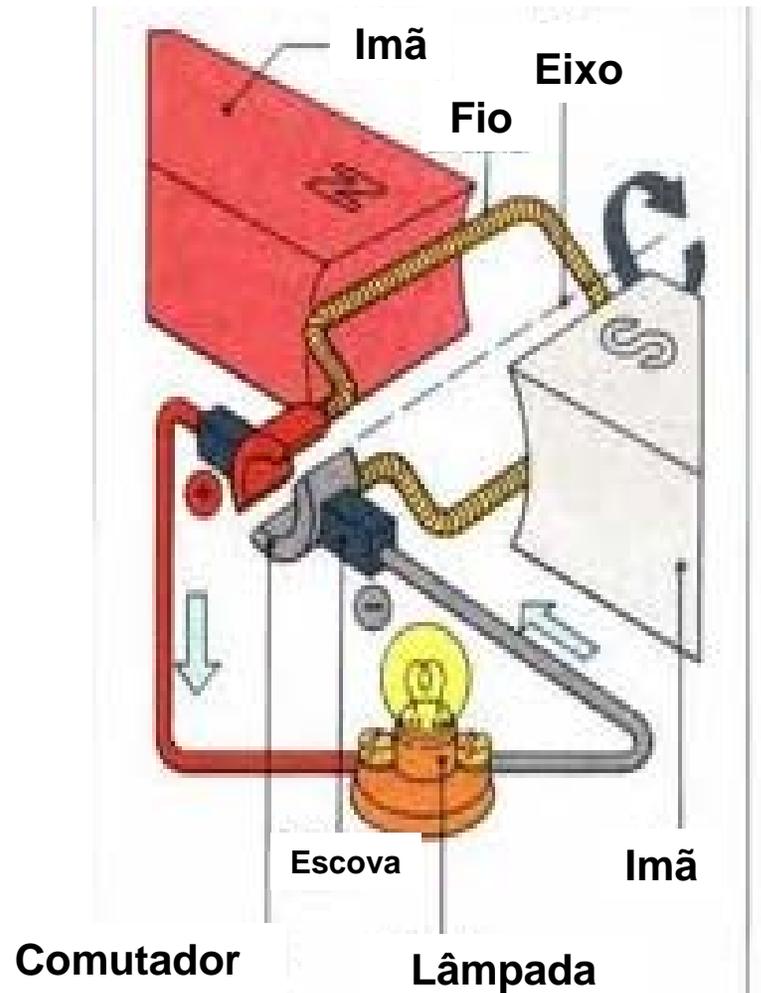
## □ Classificação



**GERADOR CC**

# Gerador CC

## □ Gerador CC simples



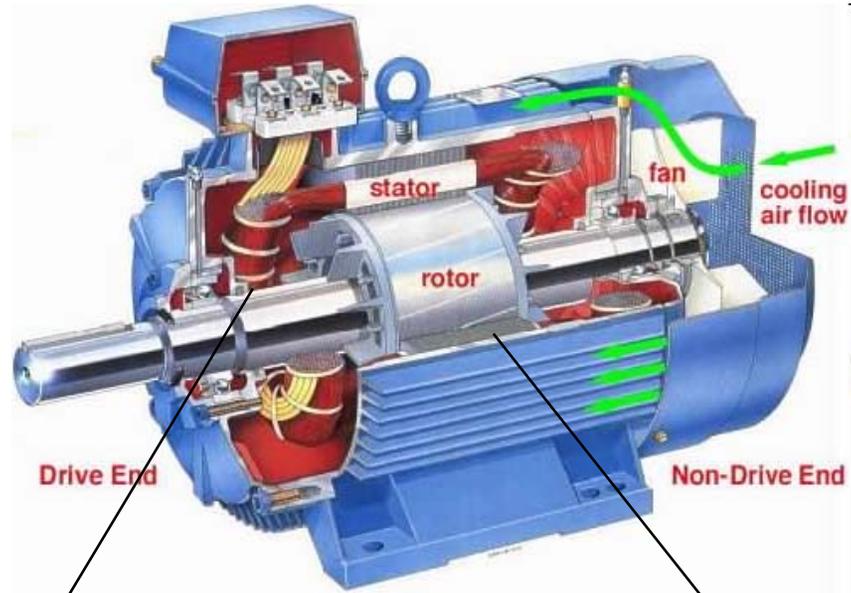
# Gerador CC

- Gerador CC: princípio de funcionamento
- Principais partes:
  - Escovas
  - ArmaduraComutador
  - Enrolamento de campo



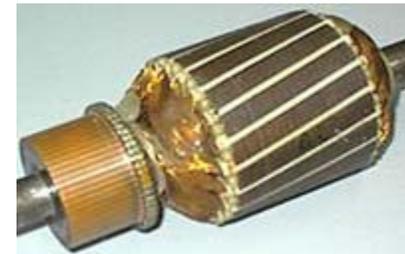
# Gerador CC

## □ Componentes



Estator

Rotor



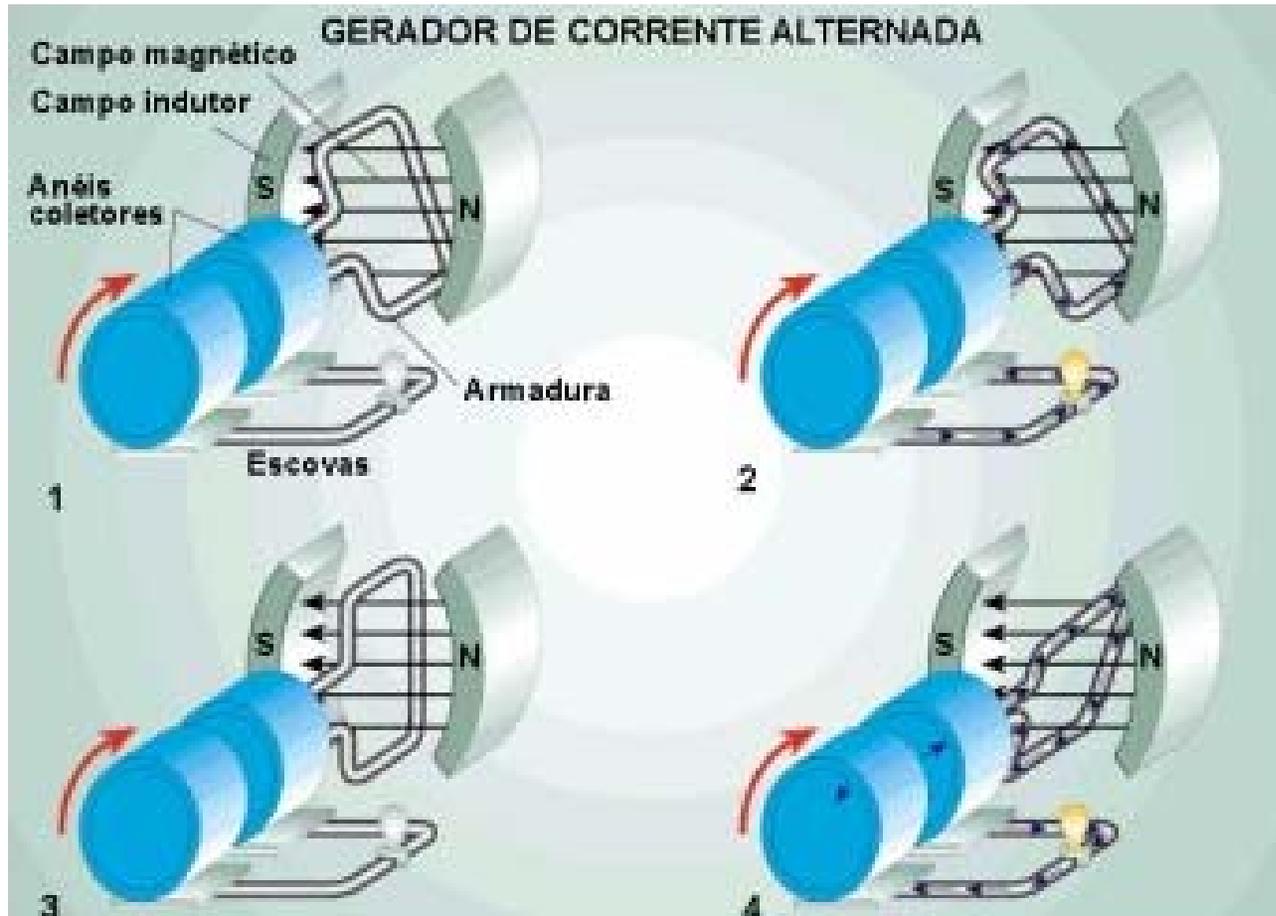
**GERADOR CA**

# Gerador CA

- Gerador CA simples
- Principais partes:
  - Campo magnético
  - Escovas e anéis de contato
  - Condutores que giram através do campo

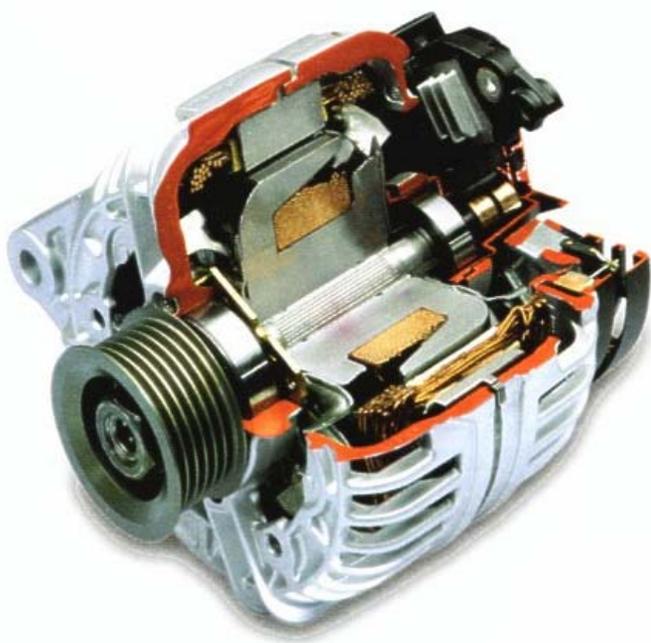
# Gerador CA

- Gerador CA simples: funcionamento



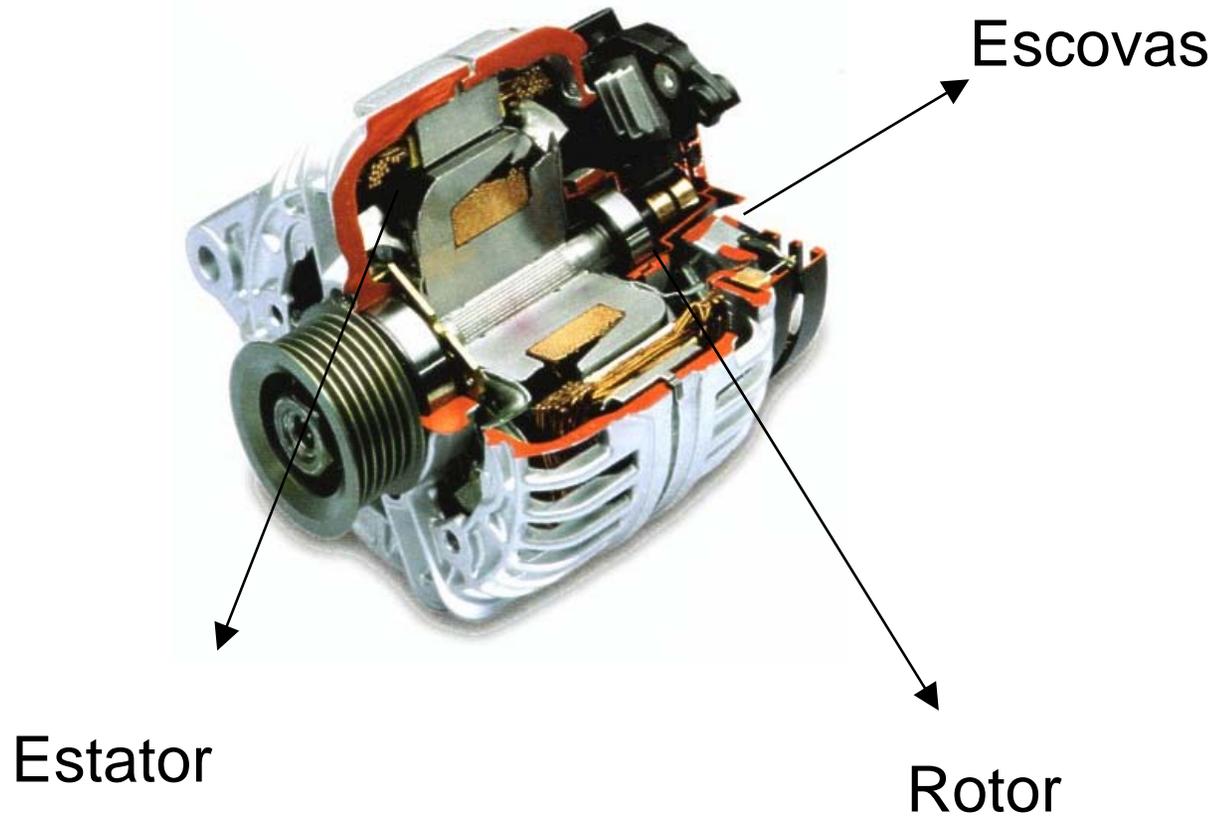
# Gerador CA

- Geradores CA também são chamados de alternadores (presente em automóveis)



# Gerador CA

## □ Principais componentes



# Gerador CA

## □ Especificações

WEG
3600 RPM
2 Pólos 60Hz 3 fases ligação em estrela para 13800 volts
15625KVA 12500kW 0,80 FP
60 0C

Fabricante

Rotação

Número de pólos,  
frequência de saída,  
número de fases, tipo  
de ligação e tensão  
fornecida

Potência

Temperatura

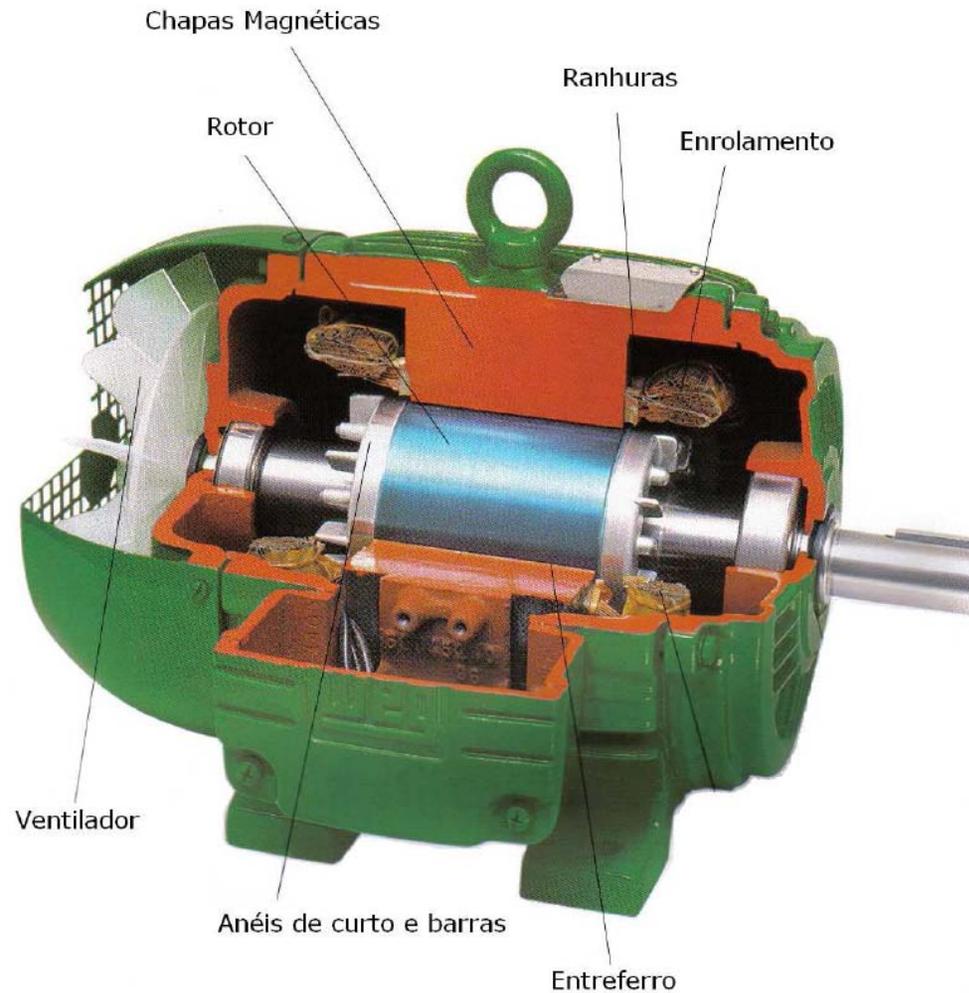
# Motor CA

- Motor de indução: é o tipo de motor CA mais usado na prática



# Motor de Indução

## □ Principais componentes:

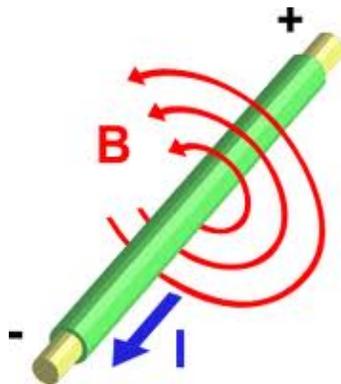


# Motor de Corrente Alternada

## □ Lei de Ampère



**André-Marie Ampère** (1775 à 1836) foi um físico, filósofo, cientista e matemático francês que fez importantes contribuições para o estudo do eletromagnetismo



A lei de Ampère diz basicamente o seguinte: um fio ao conduzir uma corrente elétrica, gera um campo magnético, com linhas de força perpendiculares a ele

# Motor de Corrente Alternada

## □ Principais partes:

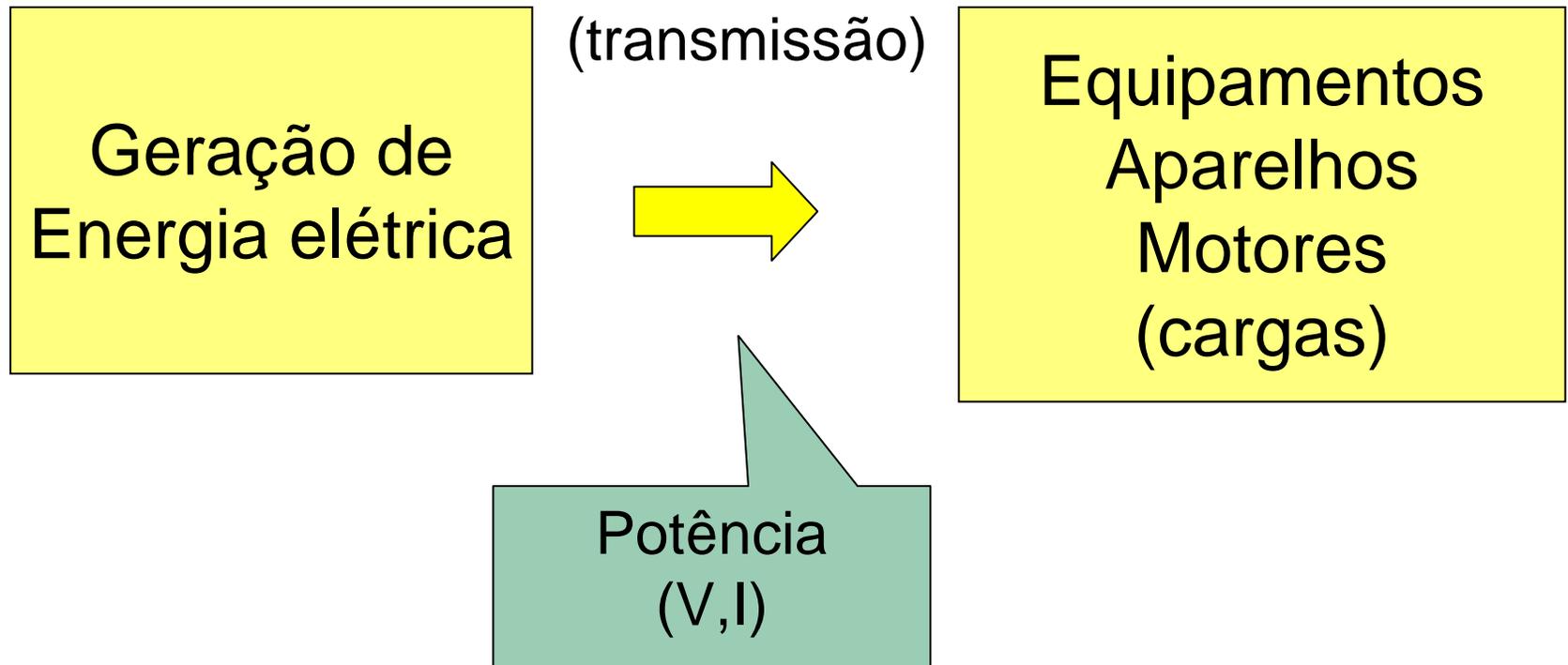
- Estator (parte estacionária)
- Rotor (parte rotativa)

## □ 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 *fem* nesses condutores ocasionando o aparecimento de um fluxo de corrente nos condutores. Esta interação provoca o aparecimento de um torque sobre o rotor

# Geração de Energia

## □ Energia elétrica



# Cargas

## □ Equipamentos e aparelhos



# Cargas

## □ Motores (eletrodomésticos)



# Cargas

## □ Motores (Engenharia)



# TRANSFORMADORES

# Transformadores

- Equipamento formado por duas bobinas isoladas eletricamente em torno de um núcleo comum
- A energia elétrica de uma bobina é transferida para a outra através do acoplamento magnético

# Transformadores

- Baixa potência (monofásicos)



# Transformadores

- Média potência (trifásicos)



# Transformadores

## □ Média potência



Sistemas de distribuição de energia elétrica

# Transformadores

□ Alta potência

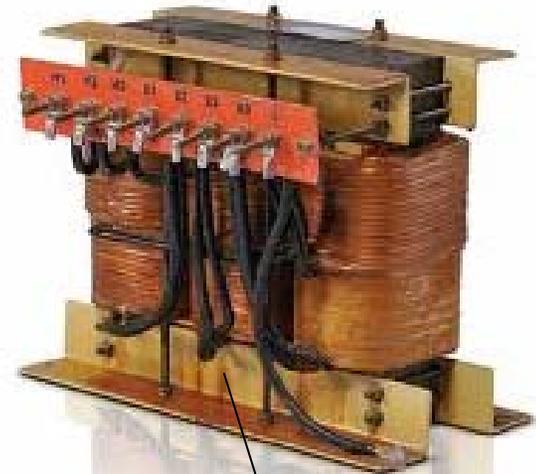


Subestações de energia

# Transformadores

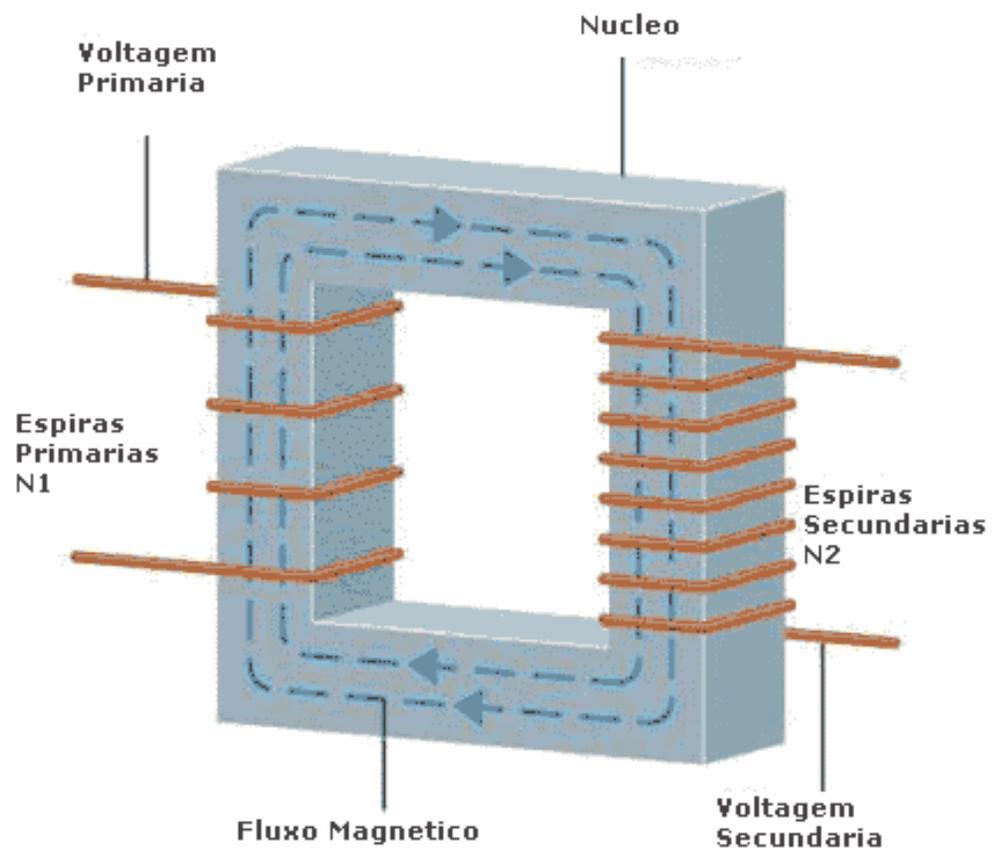


Bobinas



Bobinas

# Transformador



# Relação de Tensão

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

$V_p$  – tensão na bobina do primário

$V_s$  – tensão na bobina do secundário

$N_p$  – número de espiras da bobina do primário

$N_s$  – número de espiras da bobina do secundário

# Relação de Corrente

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$I_p$  – corrente na bobina do primário

$I_s$  – corrente na bobina do secundário

# Relação de Espiras

$$\frac{N_p}{N_s} = \textit{relação de espiras}$$

1:4  
(elevador)

4:1  
(abaixador)

# Eficiência

$$E_f = \frac{P_s}{P_p} = \frac{\textit{saída}}{\textit{entrada}}$$

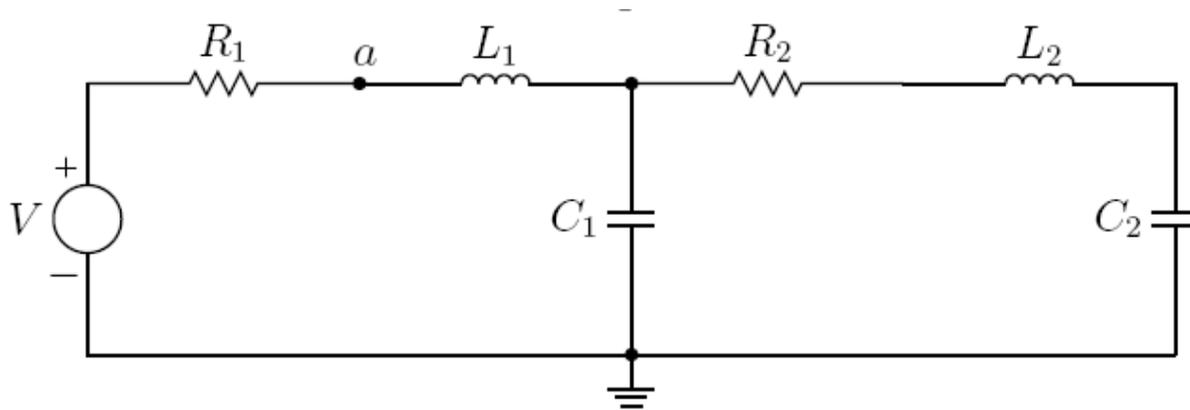
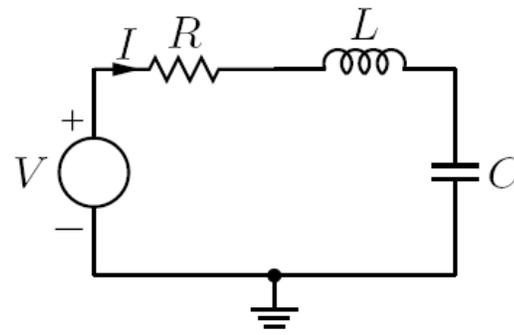
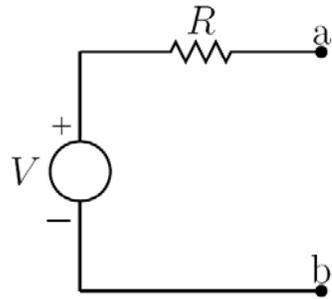
$P_s$  – potência de saída do secundário

$P_p$  – potência de entrada no primário

# Circuitos Monofásicos e Trifásicos

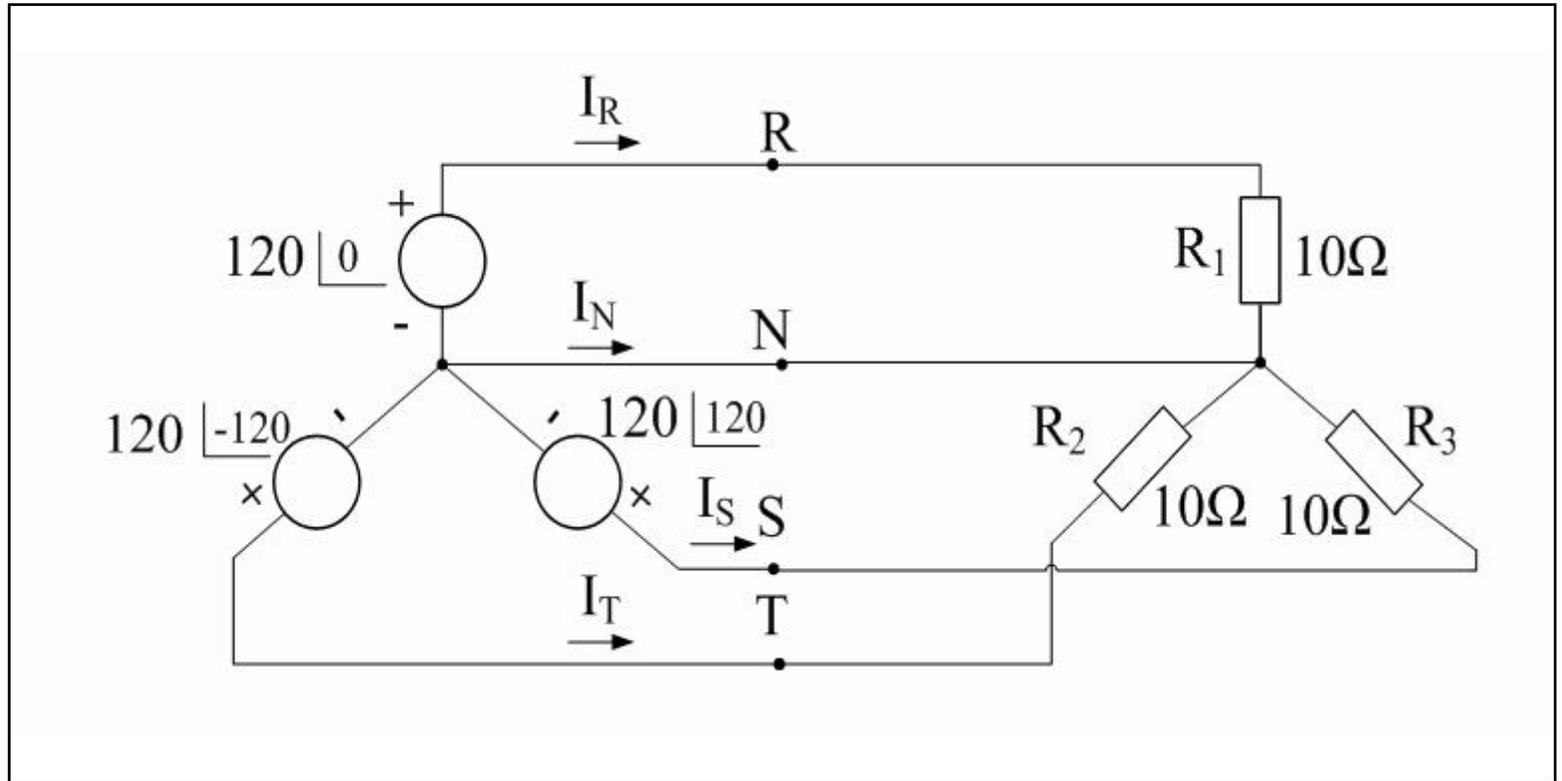
# Circuito Monofásico

□ Fontes em fase



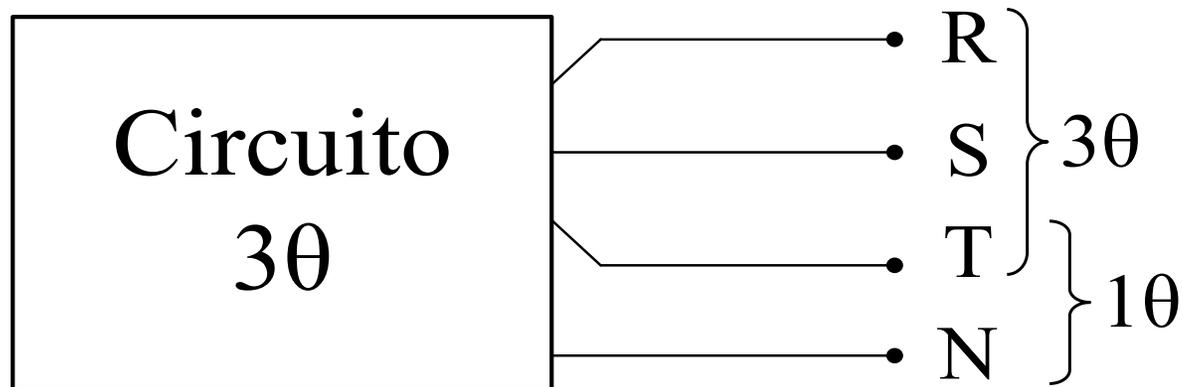
# Circuito Trifásico

- Fontes defasadas (120 graus)



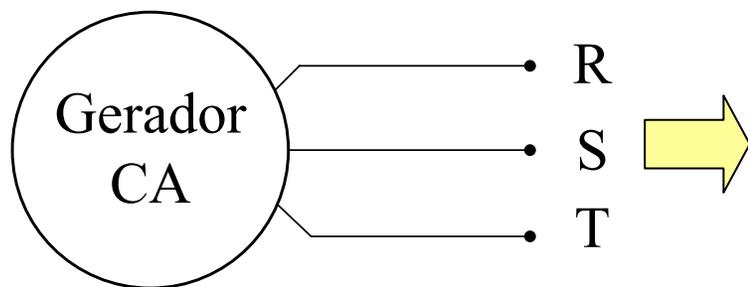
# Circuito Trifásico

- Um circuito trifásico pode ser visto como a combinação de 3 circuitos monofásicos

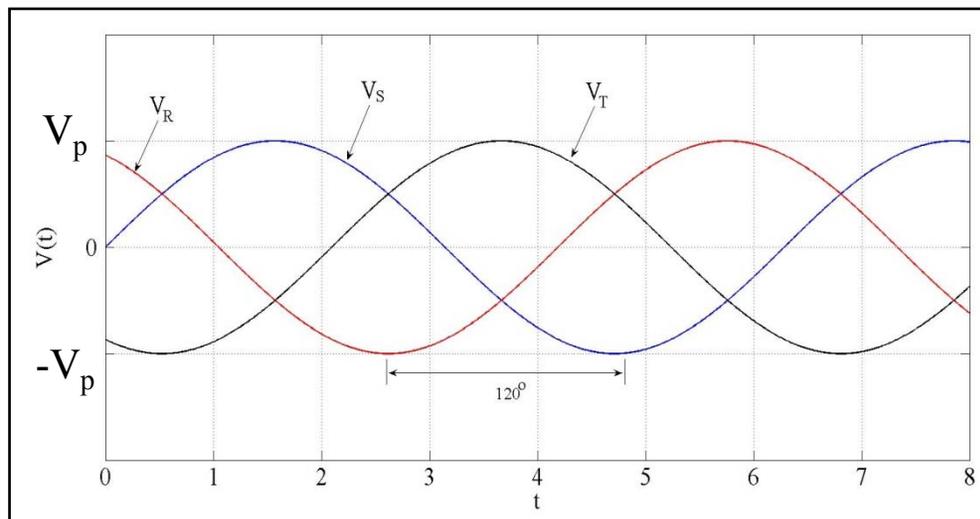


# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- A potência, geralmente, é fornecida por um gerador de CA que produz 3 tensões iguais, cada uma delas defasada de  $120^\circ$  das demais

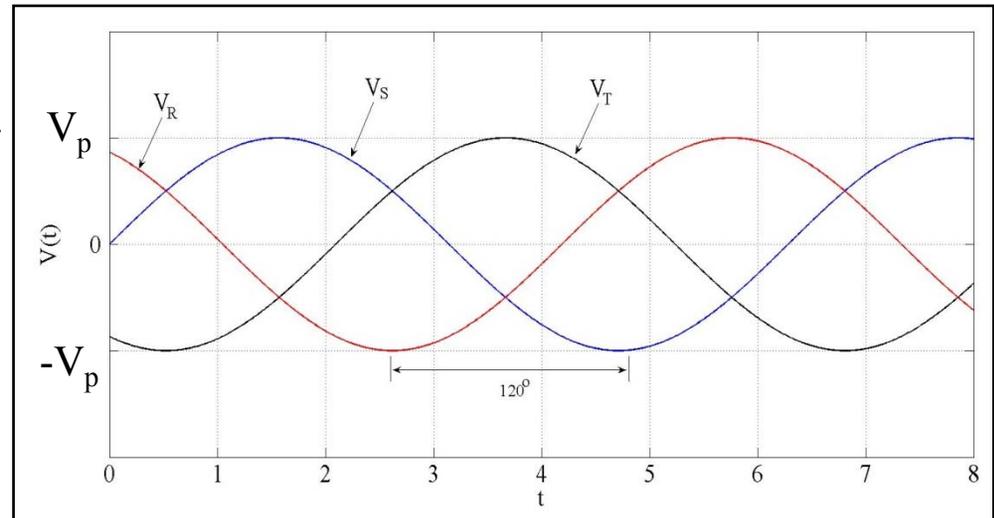
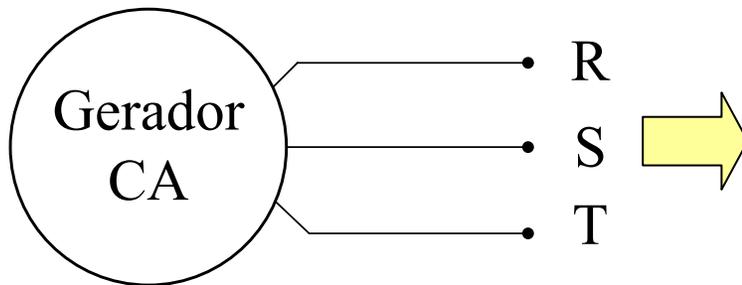


$V_p =$  Tensão de Pico



# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- A potência, geralmente, é fornecida por um gerador de CA que produz 3 tensões iguais, cada uma delas defasada de  $120^\circ$  das demais



$V_p =$  Tensão de Pico

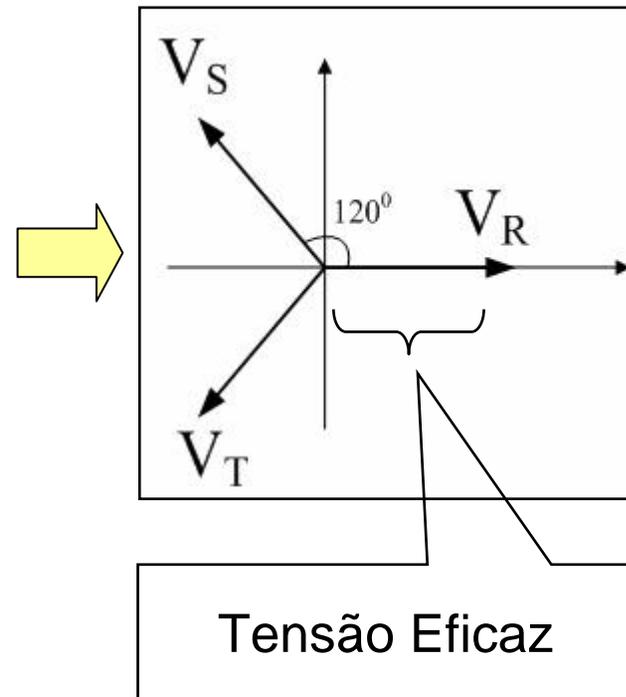
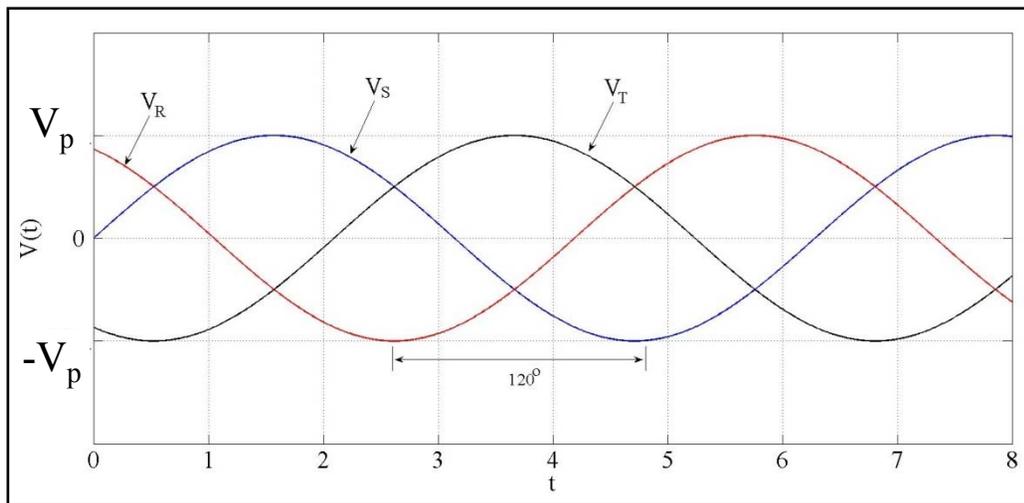
$V_{EF} =$  Tensão Eficaz

$$V_p = \sqrt{2} V_{EF}$$

127V (POA), 220V (RS)

# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- A potência, geralmente, é fornecida por um gerador de CA que produz 3 tensões iguais, cada uma delas defasada de  $120^\circ$  das demais



# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- A maior parte da geração, transmissão e distribuição de tensão/corrente alternada atualmente é trifásica



Geração



Transmissão



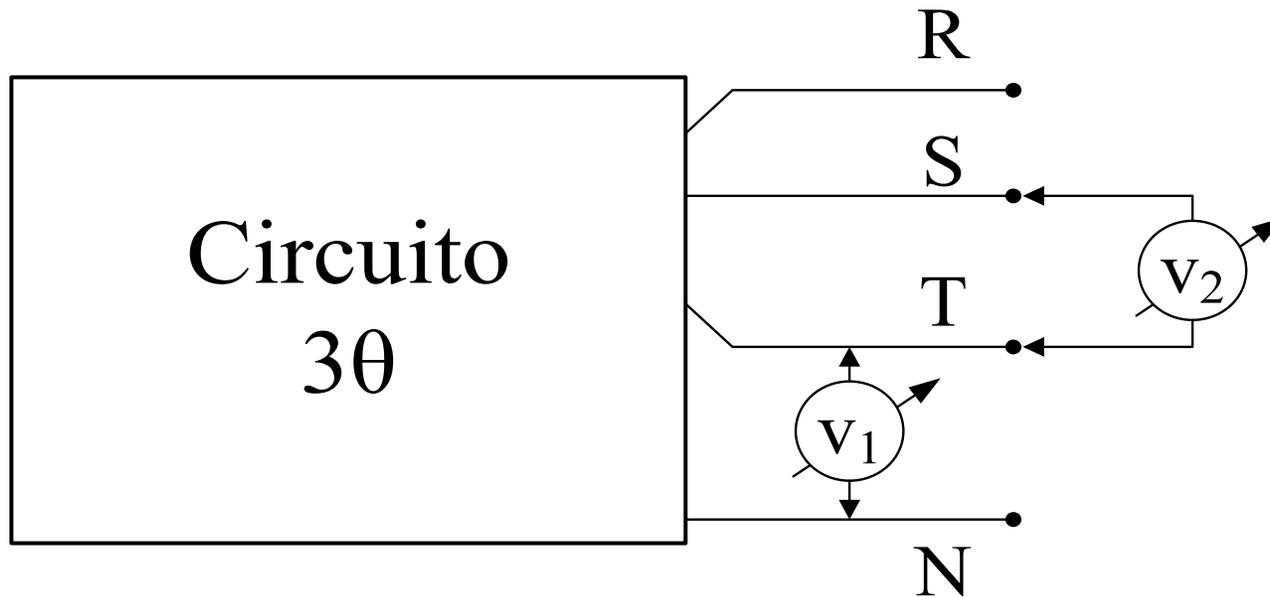
Distribuição

# PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- ❑ Podem ser usados por cargas monofásicas
- ❑ Permitem uma maior flexibilidade na escolha e/ou determinação das tensões
- ❑ Os circuitos trifásicos são mais leves do que os circuitos monofásicos de mesma potência
- ❑ Os equipamentos trifásicos têm menores dimensões e são mais eficientes do que os monofásicos de mesma potência

# TENSÕES DE FASE E DE LINHA

# TENSÕES DE FASE E DE LINHA



Voltímetro  $V_1 \rightarrow V_{\text{fase}} = V_F: V_T, V_R \text{ e } V_S$

Voltímetro  $V_2 \rightarrow V_{\text{linha}} = V_L: V_{RS}, V_{ST} \text{ e } V_{TR}$

127V (POA), 220V (RS)

220V (POA), 380V (RS)

POTÊNCIA

# Potência

$$Potência = V.I$$



Aparente

- A potência aparente é composta por duas parcelas:
  - Ativa
  - Reativa

# Potência Ativa

□ A potência ativa é transformada em:



Potência mecânica



Potência térmica



Potência luminosa

# Potência Reativa

- A potência reativa é transformada em campo magnético, necessário ao funcionamento de:



Motores



Transformadores



Reatores

# Potência

- Em projetos de instalação elétrica residencial 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

# Potência

## □ Monofásica

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

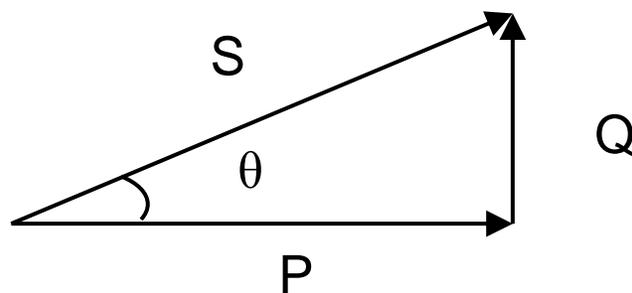
Ativa, real [W]

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

Reativa [VAR]

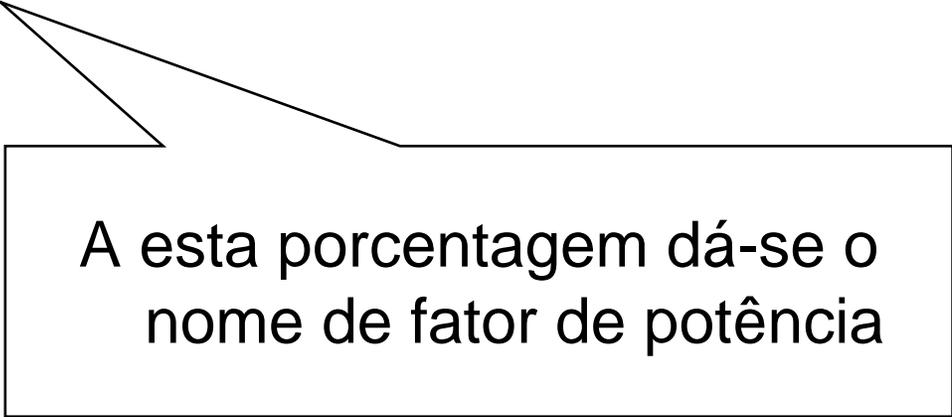
$$S = V.I$$

Aparente [VA]



# 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

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

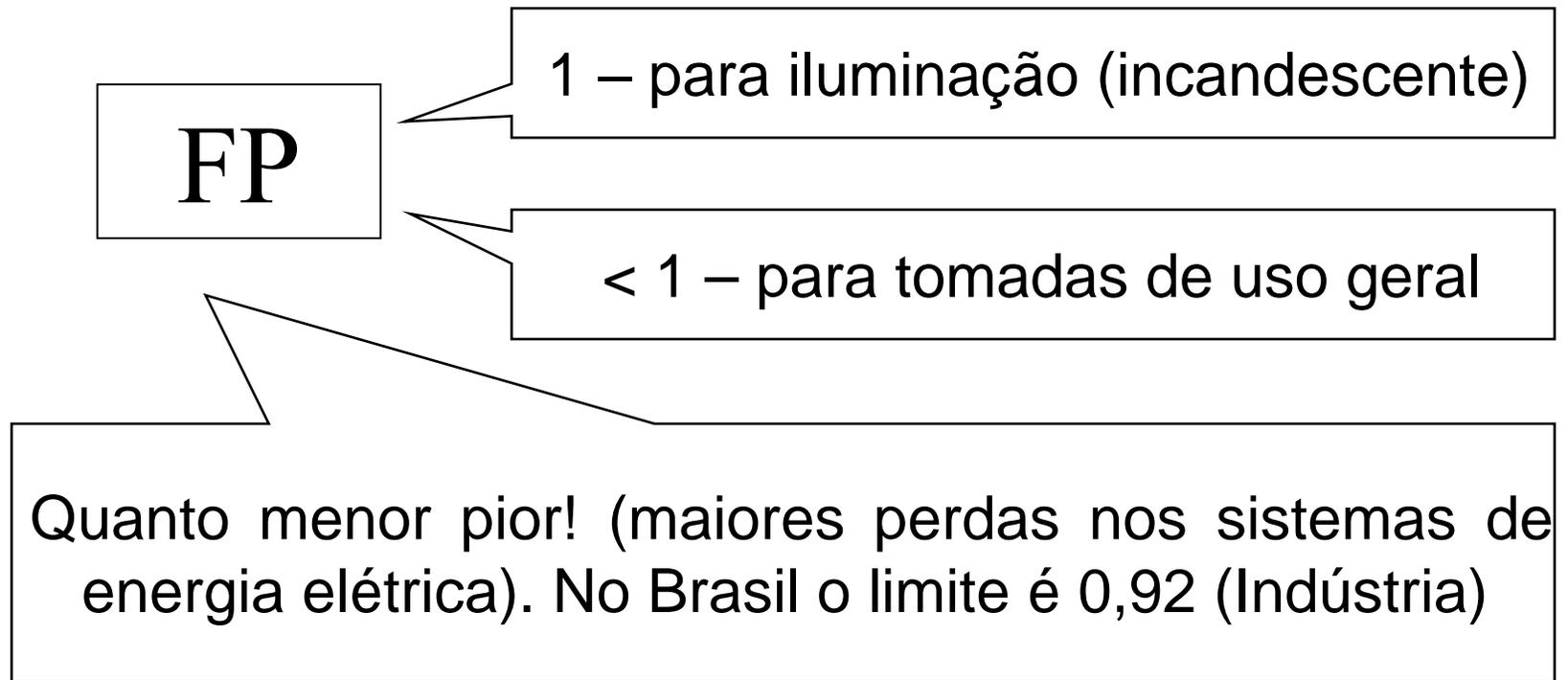
FP

Indutivo: I -> V (atraso)

Capacitivo: V -> I (avanço)

# Fator de Potência

□ Em projetos elétricos:



1 – para iluminação (incandescente)

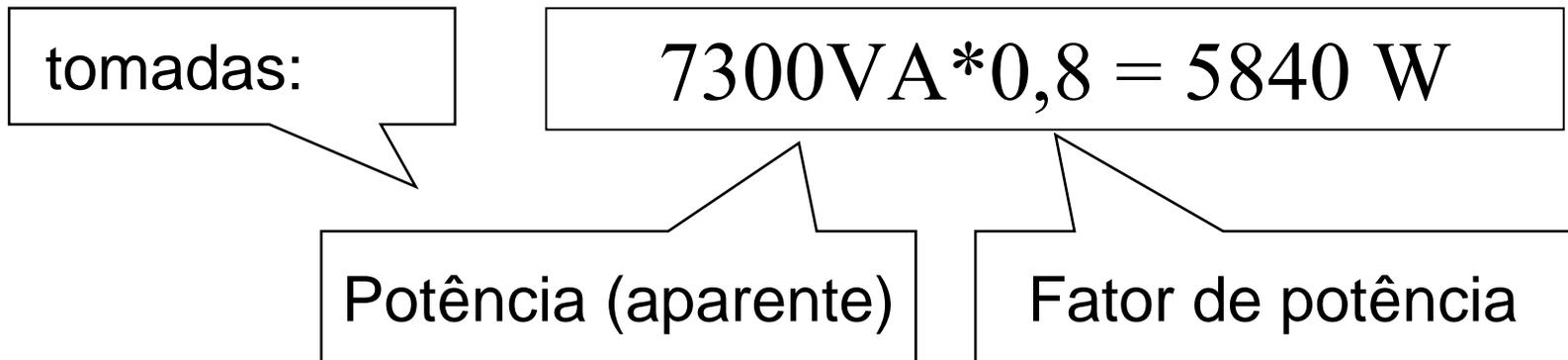
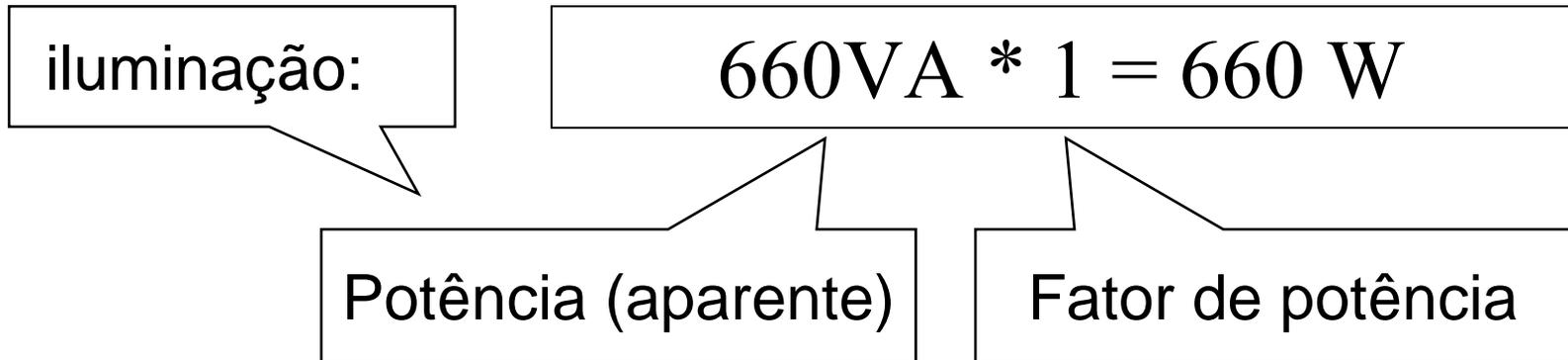
FP

< 1 – para tomadas de uso geral

Quanto menor pior! (maiores perdas nos sistemas de energia elétrica). No Brasil o limite é 0,92 (Indústria)

# Fator de Potência

□ Em projetos elétricos (exemplo) :



# Potência

## □ Trifásica

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta$$

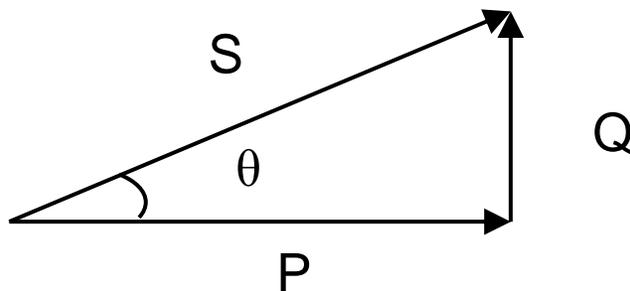
Ativa, real [W]

$$Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \text{sen} \theta$$

Reativa [VAR]

$$S = V_L \cdot I_L$$

Aparente [VA]



# Potência

## □ Potências típicas de aparelhos eletrodomésticos

Tipo	Potência (W)	Tipo	Potência (W)
Aquecedor de água (até 80 l)	1500	Fogão (valor por boca)	1500
Aquecedor de água (de 100 l a 150 l)	2500	Forno (Embutir)	4500
Aquecedor de água (de 200 l a 400 l)	4000	Forno Microondas	750
Aquecedor de água por Passagem	6000	Freezer Horizontal	500
Aquecedor de Ambiente	1000	Freezer vertical	300
Aspirador de pó	600	Geladeira	250
Batedeira	100	Grill	1200
Cafeteira - Uso doméstico	600	Liquidificador	200
Cafeteira - Uso comercial	1200	Máquina de Costura	100
Chuveiro (127 V)	4400	Máquina de Lavar Louças	1500
Chuveiro (220 V)	6000	Máquina de Lavar Roupas	1000
Aparelho de SOM	100	Máquina de Secar Roupas	3500
Ebulidor	1000	Rádio Gravador	50
Enceradeira	300	Secador de Cabelos	1000
Espremedor de frutas	200	Televisor a cores	300
Exaustor	150	Torneira Elétrica	2500
Ferro de Passar Roupa Automático	1000	Torradeira	800
Ferro de Passar Roupa Simples	500	Ventilador	100

# Relação com Outras Disciplinas

- Física
- Eletricidade em CC e CA
- Disciplinas do Curso Técnico em Eletrotécnica

# Material Suplementar

- A. E. Fitzgerald - Máquinas Elétricas - Editora Bookman (ISBN: 8560031049)
- J. David Irwin - Análise de Circuitos em Engenharia - Editora Makron Books (ISBN: 9788534606936)
- James W. Nilsson - Circuitos Elétricos - Editora LTC (ISBN: 8521613636)

# Potência

□ Em projetos elétricos o levantamento das potências é feito mediante uma previsão das potências (cargas) mínimas de iluminação e tomadas a serem instaladas, possibilitando, assim, determinar a potência total prevista para a instalação elétrica residencial