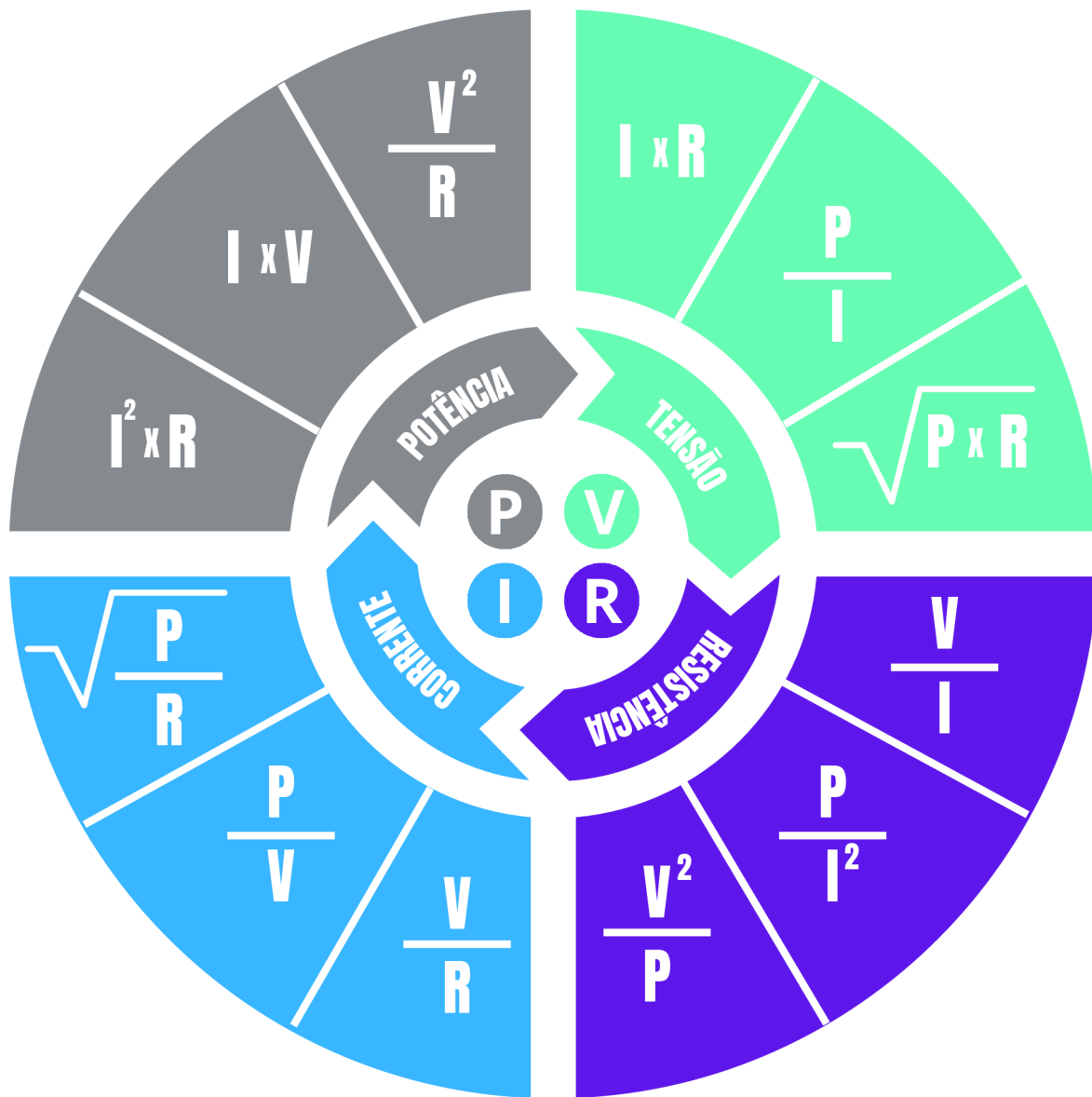


>> Fórmulas da Lei de Ohm



O círculo de fórmulas da Lei de Ohm é uma ferramenta visual útil para facilitar a compreensão e a aplicação das principais equações relacionadas a circuitos elétricos. Ele ilustra a relação fundamental entre tensão (V), corrente (I) e resistência (R), que é descrita pela fórmula:

$$V = I \times R$$

Este círculo permite que você rapidamente derive qualquer uma das três variáveis a partir das outras duas. Abaixo estão as fórmulas relacionadas:

- Tensão (V): $V = I \times R$
- Corrente (I): $I = \frac{V}{R}$
- Resistência (R): $R = \frac{V}{I}$

Para usar o círculo, simplesmente localize a variável que você conhece e a variável que deseja encontrar. A fórmula será apresentada ao redor do círculo, permitindo cálculos rápidos e precisos.

» Avaliação do risco de sobretensões de origem atmosférica

$$CRL = \frac{f_{env}}{L_p * N_g}$$

$$L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0.4 L_{PAH} + 0.2 L_{PCH}$$

O comprimento total é limitado a 1 km

$CRL \geq 1000$ = SPD não requerido

$CRL < 1000$ = SPD requerido

CRL = Nível de risco
 f_{env} = Fator ambiental
 Ambiente rural ou suburbano = 85
 Ambiente urbano = 850
 L_p = Duração da avaliação de risco (km)
 N_g = Densidade do relâmpago no solo (Relâmpagos por km² por ano)
 L_{PAL} = Linha aérea de baixa tensão (km)
 L_{PCL} = Linha subterrânea de baixa tensão (km)
 L_{PAH} = Linha aérea de alta tensão (km)
 L_{PCH} = Linha subterrânea de alta tensão (km)

» Comprimento de Antena

$$\lambda = \frac{k * c}{f}$$

λ = Comprimento de onda (m)
 k = Fator de Velocidade
 $c = 299792.458$ = Velocidade da luz (km/sec)
 f = Frequência (kHz)

» Cálculo da Temperatura do Cabo

$$\Delta\theta_c = \Delta\theta_z \left(\frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

$$\theta_c = \theta_{amb} + \Delta\theta_c$$

$\Delta\theta_c$ = Sobreaquecimento do cabo (°C)
 $\Delta\theta_z = \theta_{max} - \theta_{amb}$ (°C)
 θ_{max} = Temperatura máxima admissível para isolamento (°C)
 θ_{amb} = Temperatura ambiente (°C)
 I_c = Corrente de carga (A)
 I_z = Capacidade máxima do fio (A)
 θ_c = Temperatura do cabo (°C)

» Capacitor para partida de Motor Monofásico

$$C = \frac{P * \eta}{U_0^2 * f} * 1000$$

C = Capacitor (μF)
 P = Potência (W)
 η = Eficiência (%)
 U_0 = Tensão monofásica (V)
 f = Frequência (Hz)
 $\pi = 3.1415926535$

» Conversão Ah/kWh

$$E = \frac{C * U}{1000} \quad C = \frac{E * 1000}{U}$$

E = Energia (kWh)
 C = Capacidade (Ah)
 U = Tensão (V)

» Capacidade de Carga da Barra Condutora

$$I = 24.9 * S^{0.5} * p^{0.39} * \frac{\theta^{0.61}}{\sqrt{[1 + \alpha (\theta + 25) \rho]}} * \frac{1}{\sqrt{\frac{R_{ac}}{R_{dc}}}} * \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.015 (\theta + 25)}{10}}}$$

I = Capacidade de Carga da Barra Condutora (A)
 S = Seção (cm²)
 p = Perímetro (cm)
 θ = Sobreaquecimento (°C) acima da temperatura ambiente de 45°C
 α = Coef. de temperatura (°C⁻¹)
 ρ = Resistividade a 20°C (Ω cm)
 R_{ac}/R_{dc} = Coeficiente do efeito peculiar. Relação entre a resistência em corrente alternada e em corrente contínua

» Conversão ângulo

$$\text{rad} = \frac{\text{deg} * \pi}{180}$$

$$\text{grad} = \frac{\text{deg} * 200}{180}$$

$$\text{deg} = \frac{\text{rad} * 180}{\pi}$$

deg = Graus sexagesimais
rad = Radianos
grad = Graus centesimais
 $\pi = 3.1415926535$

» Conversão de Seção

$$d = 0.127 * 92^{\frac{36-n}{39}}$$

$$A = \frac{\pi}{4} * d^2$$

$$d_n = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$n = -39 * \log_{92} \left(\frac{d_n}{0.127} \right) + 36$$

d = Diâmetro (mm)
A = Área de seção transversal (mm²)
n = Número do calibre (awg)
 $\pi = 3.1415926535$

» Conversão de Tensão (amplitude)

$$U_{PP} = 2 U_P$$

$$U_{RMS} = \frac{U_P}{\sqrt{2}}$$

U_P = Pico (V)
 U_{PP} = Pico-a-pico (V)
 U_{RMS} = Raiz quadrada média (RMS) (V)

» Conversão Δ-Y

Δ → Y

$$R_a = \frac{R_{ab} * R_{ac}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ac}}$$

$$R_b = \frac{R_{ab} * R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ac}}$$

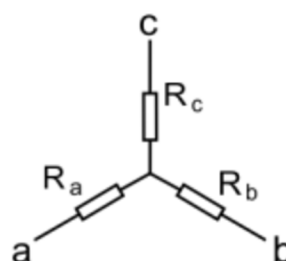
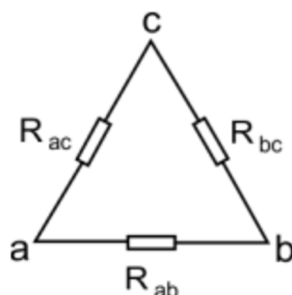
$$R_c = \frac{R_{bc} * R_{ac}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ac}}$$

Y → Δ

$$R_{ab} = \frac{R_a * R_b + R_a * R_c + R_b * R_c}{R_c}$$

$$R_{bc} = \frac{R_a * R_b + R_a * R_c + R_b * R_c}{R_a}$$

$$R_{ac} = \frac{R_a * R_b + R_a * R_c + R_b * R_c}{R_b}$$



» Conversão de Temperatura

$$C = \frac{F - 32}{1.8}$$

$$C = K - 273.15$$

$$F = C * 1.8 + 32$$

$$K = C + 273.15$$

C = Celsius
F = Fahrenheit
K = Kelvin

» Conversão VAr / μ F

$$Q_c = \frac{Q_r}{2 * \pi * f * U_2}$$

$$Q_r = Q_c * 2 * \pi * f * U_2$$

Q_r = Potência reativa (VAr)
 Q_c = Capacidade (F)
U = Tensão (V)
f = Frequência (Hz)
 $\pi = 3.1415926535$

» Correção do Fator de Potência do Transformador MT/BT

$$Q = \frac{S * I_0}{100}$$

Q = Potência reativa (kVAr)
S = Potência (kVA)
 I_0 = Corrente em vazio (%)

» Correção do Fator de Potência

$$Q_r = P (\tan \varphi - \tan \varphi_{des})$$

Monofásico / Trifásico Y

$$Q_c = \frac{Q_r}{2 * \pi * f * U^2}$$

Trifásico Δ

$$Q_c = \frac{Q_r}{2 * \pi * f * U^2 * 3}$$

Q_r = Potência reativa (VAr)
 Q_c = Capacitor para correção do fator de potência (F)
P = Potência ativa (kW)
U = Tensão (V)
f = Frequência (Hz)
 $\pi = 3.1415926535$
 ϕ = Mudança de fase entre tensão e corrente

» Corrente neutro

$$I_N = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2 - I_{AB} - I_{BC} - I_{AC}}$$

$$I_{AB} = I_A * I_B$$

$$I_{BC} = I_B * I_C$$

$$I_{AC} = I_A * I_C$$

I_N = Corrente neutro (A)
 I_A = Fase A (A)
 I_B = Fase B (A)
 I_C = Fase C (A)

» Corrente Mínima de Curto-Circuito

L - L

$$I_{sc} = \frac{0.8 * U * S_L}{1.5 * \rho * 2 * L}$$

I_{sc} = Corrente Mínima de Curto-Circuito (A)
U = Tensão concatenada [L-L] (V)
S = Seção (mm²)
 ρ = Resistividade (Ω mm² / m)
L = Comprimento (m)

L - N

$$I_{sc} = \frac{0.8 * U * S_L}{\sqrt{3} * 1.5 * \rho * \left(\frac{S_L}{S_N} + 1 \right) * L}$$

» Corrente Máxima de Curto-Circuito

$$I_{sc} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z_{sc}}$$

$$Z_{sc} = \sqrt{(R_0 + R_L)^2 + (X_0 + X_L)^2}$$

L1 - L2 - L3

$$I_{sc} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z_L}$$

L - L

$$I_{sc} = \frac{c * U}{2 * Z_L}$$

L - N

$$I_{sc} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * (Z_L + Z_N)}$$

L - PE

$$I_{sc} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * (Z_L + Z_{PE})}$$

I_{sc} = Corrente Máxima de Curto-Circuito (A)
 c = Fator de tensão = 1.05
 U = Tensão concatenada [L-L] (V)
 Z_L = Impedância de fase (Ω)
 Z_N = Impedância de neutro (Ω)
 Z_{PE} = Impedância do PE (Ω)
 R = Resistência (Ω)
 X = Reatância (Ω)

» Corrente de Curto Circuito Máxima em Transformador de Subestação

$$I_{k3F} = \frac{c * U_{2n}}{\sqrt{3} * Z_{Tk}}$$

$$Z_{Tk} = \sqrt{(R_{Tk}^2 + X_{Tk}^2)}$$

$$R_{Tk} = R_{knet} + R_{CableMV} + R_{Tr} + R_{CableLV}$$

$$X_{Tk} = X_{knet} + X_{CableMV} + X_{Tr} + X_{CableLV}$$

I_{k3F} = Corrente Máxima de Curto-Circuito (A)
 c = Fator de tensão = 1.1
 U_{2n} = Tensão secundária (V)
 Z_{Tk} = Impedância total de curto-circuito (Ω)
 R = Resistência (Ω)
 X = Reatância (Ω)

» Deslizamento do Motor

$$S_{\%} = \frac{N_s - N_r}{N_s} * 100$$

$$S_{RPM} = N_s - N_r$$

S = Deslizamento do Motor
N_s = Velocidade síncrona (RPM)
N_r = Velocidade do rotor (RPM)

» Diodo Zener como Estabilizador de Tensão

$$R = \frac{U_{in} - U_z}{A} \quad U_{in} = A * R + U_z$$

$$U_z = U_{in} - A * R \quad A = \frac{U_{in} - U_z}{R}$$

U_{in} = Tensão de alimentação (V)
U_z = Tensão zener (V)
R = Resistência (Ω)
A = Absorção (mA)

» Divisor de Tensão

$$V_{out} = \frac{V_{in} * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = \frac{V_{in} * R_2}{V_{out}} - R_2$$

$$V_{in} = \frac{V_{out} * (R_1 + R_2)}{R_2}$$

$$R_2 = \frac{V_{out} * R_1}{V_{in} - V_{out}}$$

V_{in} = Tensão de alimentação (V)
V_{out} = Tensão de saída (V)
R = Resistência (Ω)

» Divisor de Corrente

$$I_1 = \frac{R_2 * I}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{R_1 * I}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = \frac{I_2 * R_2}{I - I_2}$$

$$R_2 = \frac{I_1 * R_1}{I - I_1}$$

$$I = \frac{I_1 * (R_1 + R_2)}{R_2}$$

$$I = \frac{I_2 * (R_1 + R_2)}{R_1}$$

I = Intensidade (A)
R = Resistência (Ω)

» Efeito Joule

$$P = R * I^2$$

$$E_p = R * I^2 * t$$

V_{in} = Tensão de alimentação (V)
V_{out} = Tensão de saída (V)
R = Resistência (Ω)

>> Eficiência do Motor

Corrente contínua

$$\eta = \frac{P}{U * I} \%$$

Monofásico alternado

$$\eta = \frac{P}{U_0 * I * \cos \varphi} \%$$

Bifásico alternado

$$\eta = \frac{P}{U * I * \cos \varphi} \%$$

Trifásico alternado

$$\eta = \frac{P}{\sqrt{3} * U * I * \cos \varphi} \%$$

η = Eficiência (%)
 P = Potência (W)
 U_0 = Tensão [L-N] (V)
 U = Tensão [L-L] (V)
 I = Intensidade (A)
 $\cos \varphi$ = Fator de potência

>> Energia específica passante admissível do Cabo (K²S²)

$$E = k^2 S^2$$

Condutor de fase

k	Cobre	Alumínio
PVC	115	74
G2	135	87
EPR/XLPE	143	87
Nu	200	

Condutor de proteção (unipolar)

k	Cobre	Alumínio
PVC	143	95
G2	166	110
EPR/XLPE	176	116
Nu	228	

Condutor de proteção (em cabo multipolar)

k	Cobre	Alumínio
PVC	115	76
G2	135	89
EPR/XLPE	143	94
Nu	228	

E = Energia específica admissível (A²s)
 k = Constante que depende do condutor e do tipo de isolamento do cabo
 S = Seção (mm²)
 A = Intensidade (A)
 s = Tempo (sec)

>> Enrolamento Primário / Secundário de Transformador

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$U_p = \frac{U_s * N_p}{N_s}$$

$$N_p = \frac{U_p * N_s}{U_s}$$

$$U_s = \frac{U_p * N_s}{N_p}$$

$$N_s = \frac{N_p * U_s}{U_p}$$

U_p = Tensão primária (V)
 U_s = Tensão secundária (V)
 N_p = Voltas primárias
 N_s = Voltas secundárias

» Fator de potência

Monofásico alternado

$$\cos \varphi = \frac{P}{U_0 * I}$$

$$\cos \varphi = \frac{P * Z}{U_0^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{I^2 * Z}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{U_0 * I}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

Bifásico alternado

$$\cos \varphi = \frac{P}{U * I}$$

$$\cos \varphi = \frac{P * Z}{U^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{U * I}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

Trifásico alternado

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} * U * I}$$

$$\cos \varphi = \frac{P * Z}{\sqrt{3} * U^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} * I^2 * Z}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{S}$$

$$\sin \varphi = \frac{Q}{\sqrt{3} * U * I}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

φ = Mudança de fase entre tensão e corrente

P = Potência ativa (W)

S = Potência aparente (VA)

Q = Potência reativa (VAr)

I = Intensidade (A)

U_0 = Tensão [L-N] (V)

U = Tensão [L-L] (V)

R = Resistência (Ω)

Z = Impedância (Ω)

» Frequência angular

$$\omega = 2 * \pi * f \quad f = \frac{\omega}{2 * \pi}$$

ω = Velocidade angular (rad/s)

f = Frequência (Hz)

$\pi = 3.1415926535$

» Frequência de Ressonância

$$f = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L * C}}$$

f = Frequência (Hz)

L = Indutância (H)

C = Capacitância (F)

$\pi = 3.1415926535$

» Funções Trigonômétricas

	Seno	Cosseno	Tangente	Cotangente
Seno	$\sin \alpha$	$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$
Cosseno	$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	$\cos \alpha$	$\frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$	$\frac{\operatorname{cotg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$
Tangente	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha}$
Cotangente	$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$	$\operatorname{cotg} \alpha$

» Máximo comprimento do cabo

Corrente contínua

$$L_{\max} = \frac{\Delta U}{2 * I * R}$$

Monofásico alternado / Bifásico alternado

$$L_{\max} = \frac{\Delta U}{2 * I * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)}$$

Trifásico alternado

$$L_{\max} = \frac{\Delta U}{\sqrt{3} * I * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)}$$

ΔU = Queda de tensão (V)
 I = Intensidade (A)
 R = Resistência (Ω / km)
 X = Reatância (Ω / km)
 $L_{\max}$ = Comprimento da linha (km)
 φ = Mudança de fase entre tensão e corrente

» Perdas de energia em cabos

$$P = I^2 * R * n$$

P = Perda de potência (W)
 I = Intensidade (A)
 R = Resistência (Ω)
 n = Fator dependente do tipo de circuito / número de condutores
 $n = 2$ para c.c. ou c.a. monofásico
 $n = 3$ para c.a. trifásico (circuito balanceado)

» Motor Trifásico para Monofásico

$$C = \frac{P}{2 * \pi * f * U_0^2} * 10^6$$

C = Capacitor (μF)
 P = Potência (W)
 U_0 = Tensão monofásica (V)
 f = Frequência (Hz)
 $\pi = 3.1415926535$

Impedância

Monofásico alternado

$$Z = \frac{U_0}{I}$$

$$Z = \frac{P}{I^2 * \cos \varphi}$$

$$Z = \frac{U_0^2 * \cos \varphi}{P}$$

$$Z = \frac{S}{I^2}$$

$$Z = \frac{U_0^2}{S}$$

$$Z = \frac{Q}{I^2 * \sin \varphi}$$

$$Z = \frac{U_0^2 * \sin \varphi}{Q}$$

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi}$$

Bifásico alternado

$$Z = \frac{U}{I}$$

$$Z = \frac{P}{I^2 * \cos \varphi}$$

$$Z = \frac{S}{I^2}$$

$$Z = \frac{S}{I^2}$$

$$Z = \frac{U^2}{S}$$

$$Z = \frac{Q}{I^2 * \sin \varphi}$$

$$Z = \frac{U^2 * \sin \varphi}{Q}$$

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi}$$

Trifásico alternado

$$Z = \frac{U}{I}$$

$$Z = \frac{P}{\sqrt{3} * I^2 * \cos \varphi}$$

$$Z = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos \varphi}{P}$$

$$Z = \frac{S}{\sqrt{3} * I^2}$$

$$Z = \frac{\sqrt{3} * U^2}{S}$$

$$Z = \frac{Q}{\sqrt{3} * I^2 * \sin \varphi}$$

$$Z = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \sin \varphi}{Q}$$

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi}$$

Z = Impedância (Ω)
 R = Resistência (Ω)
 P = Potência ativa (W)
 S = Potência aparente (VA)
 Q = Potência reativa (VAR)
 I = Intensidade (A)
 U_0 = Tensão [L-N] (V)
 U = Tensão [L-L] (V)
 $\cos \varphi$ = Fator de potência

Impedância da Resistência e Reatância

Em série

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + |X_L - X_C|^2}$$

Em paralelo

$$Z = R + jX$$

Z = Impedância (Ω)
 R = Resistência (Ω)
 X = Reactance (Ω)
 X_L = Reatância indutiva (Ω)
 X_C = Reatância capacitiva (Ω)
 $j = \sqrt{-1}$

Corrente contínua

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

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

Monofásico alternado

$$I = \frac{P}{U_0 * \cos \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{Z * \cos \varphi}}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$I = \frac{U_0}{Z}$$

$$I = \frac{U_0 * \cos \varphi}{R}$$

$$I = \frac{S}{U_0}$$

$$I = \sqrt{\frac{S}{Z}}$$

$$I = \sqrt{\frac{S * \cos \varphi}{R}}$$

$$I = \frac{Q}{U_0 * \sin \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q}{Z * \sin \varphi}}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q * \cos \varphi}{R * \sin \varphi}}$$

Bifásico alternado

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{Z * \cos \varphi}}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$I = \frac{U * \cos \varphi}{R}$$

$$I = \frac{S}{U}$$

$$I = \sqrt{\frac{S}{Z}}$$

$$I = \sqrt{\frac{S * \cos \varphi}{R}}$$

$$I = \frac{Q}{U * \sin \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q}{Z * \sin \varphi}}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q * \cos \varphi}{R * \sin \varphi}}$$

I = Intensidade (A)
 P = Potência ativa (W)
 S = Potência aparente (VA)
 Q = Potência reativa (VAr)
 U₀ = Tensão [L-N] (V)
 U = Tensão [L-L] (V)
 R = Resistência (Ω)
 Z = Impedância (Ω)
 cos φ = Fator de potência

Intensidade

Trifásico alternado

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{\sqrt{3} * Z * \cos \varphi}}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{\sqrt{3} * R}}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$I = \frac{U * \cos \varphi}{R}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

$$I = \sqrt{\frac{S}{\sqrt{3} * Z}}$$

$$I = \sqrt{\frac{S * \cos \varphi}{\sqrt{3} * R}}$$

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} * U * \sin \varphi}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{3} * Z * \sin \varphi}}$$

$$I = \sqrt{\frac{Q * \cos \varphi}{\sqrt{3} * R * \sin \varphi}}$$

I = Intensidade (A)
 P = Potência ativa (W)
 S = Potência aparente (VA)
 Q = Potência reativa (VAr)
 U₀ = Tensão [L-N] (V)
 U = Tensão [L-L] (V)
 R = Resistência (Ω)
 Z = Impedância (Ω)
 cos φ = Fator de potência

Potência / Torque Máximo

$$NM = \frac{60 * P}{2 * \pi * RPM}$$

$$P = \frac{NM * 2 * \pi * RPM}{60}$$

NM = Força de arranque (N·m)
 P = Potência (W)
 RPM = Rotações/min.
 π = 3.1415926535

Potência do Capacitor em Diferentes Tensões

$$Q_r = Q_c \left(\frac{U_{in}}{U_c} \right)^2 * \frac{f_{in}}{f_c}$$

$$Q_c = Q_r \left(\frac{U_c}{U_{in}} \right)^2 * \frac{f_c}{f_{in}}$$

Q_r = Potência do Capacitor em Diferentes Tensões (kVar)
 Q_c = Potência do capacitor (kVar)
 U_{in} = Tensão de alimentação (V)
 U_c = Tensão do capacitor (V)
 f_{in} = Frequência de alimentação (Hz)
 f_c = Frequência do capacitor (Hz)

» Potência ativa

Corrente contínua

$$P = U * I$$

$$P = R * I^2$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Monofásico alternado

$$P = U_0 * I * \cos \varphi$$

$$P = Z * I^2 * \cos \varphi$$

$$P = R * I^2$$

$$P = \frac{U_0^2 * \cos \varphi}{Z}$$

$$P = \frac{U_0^2 * \cos \varphi^2}{R}$$

$$P = S * \cos \varphi$$

$$P = \frac{Q}{\tan \varphi}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Bifásico alternado

$$P = U * I * \cos \varphi$$

$$P = Z * I^2 * \cos \varphi$$

$$P = \frac{U^2 * \cos \varphi}{Z}$$

$$P = \frac{U^2 * \cos \varphi}{Z}$$

$$P = \frac{U^2 * \cos \varphi^2}{R}$$

$$P = S * \cos \varphi$$

$$P = \frac{Q}{\tan \varphi}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Trifásico alternado

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} * Z * I^2 * \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} * R * I^2$$

$$P = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos \varphi}{Z}$$

$$P = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos \varphi^2}{R}$$

$$P = S * \cos \varphi$$

$$P = \frac{Q}{\tan \varphi}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

P = Potência ativa (W)
 S = Potência aparente (VA)
 Q = Potência reativa (VAr)
 I = Intensidade (A)
 U₀ = Tensão [L-N] (V)
 U = Tensão [L-L] (V)
 R = Resistência (Ω)
 Z = Impedância (Ω)
 cos φ = Fator de potência

» Potência aparente

Monofásico alternado

$$S = U_0 * I$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{Q}{\sin \varphi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = I^2 * Z$$

$$S = \frac{I^2 * R}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{U_0^2}{Z}$$

$$S = \frac{U_0^2 * \cos \varphi}{R}$$

Bifásico alternado

$$S = U * I$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = I^2 * Z$$

$$S = \frac{I^2 * R}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{U^2}{Z}$$

$$S = \frac{U^2 * \cos \varphi}{R}$$

Trifásico alternado

$$S = \sqrt{3} * U * I$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{Q}{\sin \varphi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{3} * I^2 * Z$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * I^2 * R}{\cos \varphi}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * U^2}{Z}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos \varphi}{R}$$

S = Potência aparente (VA)

P = Potência ativa (W)

Q = Potência reativa (VAr)

I = Intensidade (A)

U₀ = Tensão [L-N] (V)

U = Tensão [L-L] (V)

R = Resistência (Ω)

Z = Impedância (Ω)

cos φ = Fator de potência

» Primeira lei de Ohm

Corrente contínua

$$I = \frac{U}{R}$$

$$U = R * I$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Alternada

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$U = Z * I$$

$$Z = \frac{U}{I}$$

R = Resistência (Ω)

Z = Impedância (Ω)

U = Tensão (V)

I = Intensidade (A)

» Segunda lei de Ohm

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

R = Resistência (Ω)

ρ = Resistividade (Ω * mm² / m)

L = Comprimento (m)

S = Seção (mm²)

» Potência reativa

Monofásico alternado

$$Q = U_0 * I * \sin \varphi$$

$$Q = P * \tan \varphi$$

$$Q = S * \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = I^2 * Z * \sin \varphi$$

$$Q = \frac{I^2 * R * \sin \varphi}{\cos \varphi}$$

$$Q = \frac{U_0^2 * \sin \varphi}{Z}$$

$$Q = \frac{U_0^2 * \sin \varphi * \cos \varphi}{R}$$

Bifásico alternado

$$Q = U * I * \sin \varphi$$

$$Q = P * \tan \varphi$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = I^2 * Z * \sin \varphi$$

$$Q = \frac{I^2 * R * \sin \varphi}{\cos \varphi}$$

$$Q = \frac{U^2 * \sin \varphi}{Z}$$

$$Q = \frac{U^2 * \sin \varphi * \cos \varphi}{R}$$

Trifásico alternado

$$Q = \sqrt{3} * U * I * \sin \varphi$$

$$Q = P * \tan \varphi$$

$$Q = S * \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{3} * I^2 * Z * \sin \varphi$$

$$Q = \frac{\sqrt{3} * I^2 * R * \sin \varphi}{\cos \varphi}$$

Q = Potência reativa (VAR)

S = Potência aparente (VA)

P = Potência ativa (W)

I = Intensidade (A)

U₀ = Tensão [L-N] (V)

U = Tensão [L-L] (V)

R = Resistência (Ω)

Z = Impedância (Ω)

cos φ = Fator de potência

» Queda de tensão

Corrente contínua

$$\Delta U = 2 * I * R * L$$

Monofásico alternado / Bifásico alternado

$$\Delta U = 2 * I * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) * L$$

Trifásico alternado

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi) * L$$

ΔU = Queda de tensão (V)

I = Intensidade (A)

R = Resistência (Ω / km)

X = Reatância (Ω / km)

L = Comprimento da linha (km)

φ = Mudança de fase entre tensão e corrente

» Resistência

Corrente contínua

$$R = \frac{U}{I}$$

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

$$R = \frac{U^2}{P}$$

Monofásico alternado

$$R = \frac{U_0 * \cos \varphi}{I}$$

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

$$R = \frac{U_0^2 * \cos^2 \varphi}{P}$$

$$R = \frac{S * \cos \varphi}{I^2}$$

$$R = \frac{U_0^2 * \cos \varphi}{S}$$

$$R = \frac{Q * \cos \varphi}{I^2 * \sin \varphi}$$

$$R = \frac{U_0^2 * \sin \varphi * \cos \varphi}{Q}$$

$$R = Z * \cos \varphi$$

Bifásico alternado

$$R = \frac{U * \cos \varphi}{I}$$

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

$$R = \frac{S * \cos \varphi}{I^2}$$

$$R = \frac{S * \cos \varphi}{I^2}$$

$$R = \frac{U^2 * \cos \varphi}{S}$$

$$R = \frac{Q * \cos \varphi}{I^2 * \sin \varphi}$$

$$R = \frac{U^2 * \sin \varphi * \cos \varphi}{Q}$$

$$R = Z * \cos \varphi$$

Trifásico alternado

$$R = \frac{U * \cos \varphi}{I}$$

$$R = \frac{P}{\sqrt{3} * I^2}$$

$$R = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos^2 \varphi}{P}$$

$$R = \frac{S * \cos \varphi}{\sqrt{3} * I^2}$$

$$R = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \cos \varphi}{S}$$

$$R = \frac{Q * \cos \varphi}{\sqrt{3} * I^2 * \sin \varphi}$$

$$R = \frac{\sqrt{3} * U^2 * \sin \varphi * \cos \varphi}{Q}$$

$$R = Z * \cos \varphi$$

R = Resistência (Ω)
Z = Impedância (Ω)
P = Potência ativa (W)
S = Potência aparente (VA)
Q = Potência reativa (VAr)

I = Intensidade (A)
U₀ = Tensão [L-N] (V)
U = Tensão [L-L] (V)
cos φ = Fator de potência

» Reatância

Reatância indutiva

$$X_L = \omega * L \quad f = \frac{X_L}{2 * \pi * L} \quad L = \frac{X_L}{\omega}$$

Reatância capacitiva

$$X_C = \frac{1}{\omega * C} \quad f = \frac{1}{2 * \pi * C * X_C} \quad C = \frac{1}{\omega * X_C}$$

Frequência angular

$$\omega = 2 * \pi * f$$

X_L = Reatância indutiva (Ω)
 X_C = Reatância capacitiva (Ω)
 L = Indutância (H)
 C = Capacitância (F)
 f = Frequência (Hz)
 ω = Frequência angular (rad/s)
 $\pi = 3.1415926535$

» Resistência para Queda de Tensão

$$R = \frac{U_{in} - U_{out}}{A}$$

R = Resistência (Ω)
 U_{in} = Tensão de alimentação (V)
 U_{out} = Tensão de saída (V)
 A = Absorção (A)

» RPM - rad/s - m/s

$$RPM = \frac{60 \omega}{2\pi}$$

$$\omega = \frac{RPM}{60} * 2\pi$$

$$\omega = \frac{mps}{r}$$

$$mps = r * \omega$$

RPM = Velocidade de rotação (Rotações/min.)
 ω = Velocidade angular (rad/s)
 mps = Velocidade (m/s)
 r = Raio (m)
 $\pi = 3.1415926535$

» RESISTIVIDADE

$$\rho = \rho_{20} * [1 + \alpha (T - 20)]$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

ρ = Resistividade à temperatura desejada ($\Omega \cdot m$)
 ρ_{20} = Resistividade a 20°C ($\Omega \cdot m$)
 T = Temperatura desejada (°C)
 α = Coeficiente de temperatura a 20°C
 σ = Condutividade (S m)

» Sistema de Ligação à Terra

Haste

$$R_e = \frac{\rho}{L}$$

Corda horizontal

$$R_e = 2 \frac{\rho}{L}$$

Anel

$$R_e = 2 \frac{\rho}{P}$$

Rede de malha

$$R_e = \frac{\rho}{4r}$$

Sensibilidade do IDR ou DDR

$$R_e \leq \frac{U_L}{I_{dn}}$$

R_e = Resistência do aterramento (Ω)
 ρ = Resistividade ($\Omega \cdot m$)
 L = Comprimento (m)
 P = Perímetro (m)
 r = Raio (m)
 U_L = Tensão de segurança (V)
 I_{dn} = Corrente de disparo (A)

» Sensores de Temperatura (PT/NI/CU, NTC, Termopares...)

PT100/1000 ($\alpha = 0.003851$)

$$R = R_0 (1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3)$$

$$A = 3.9083 \cdot 10^{-3} \quad B = -5.775 \cdot 10^{-7}$$

$$C_{(t < 0)} = -4.183 \cdot 10^{-12} \quad C_{(t \geq 0)} = 0$$

CU100/1000 ($\alpha = 0.00428$)

$$R = R_0 (1 + At + Bt(t + 6.7) + Ct^3)$$

$$A = 4.28 \cdot 10^{-3} \quad B_{(t \geq 0)} = 0$$

$$B_{(t < 0)} = -6.2032 \cdot 10^{-7} \quad C_{(t \geq 0)} = 0$$

$$C_{(t < 0)} = 8.5154 \cdot 10^{-10}$$

NTC

$$R = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{t_k} - \frac{1}{t_{ref}} \right)}$$

NI100/1000 ($\alpha = 0.006178$)

$$R = R_0 (1 + At + Bt^2 + Ct^4 + Dt^6)$$

$$A = 5.485 \cdot 10^{-3} \quad B = 6.650 \cdot 10^{-6}$$

$$C = 2.805 \cdot 10^{-11} \quad D = -2 \cdot 10^{-17}$$

Termopares K ($t > 0$)

$$E = \sum_{i=0}^n c_i (t)^i + a_0 e^{a_1 * (t - a_2)^2}$$

$$a_0 = 0.1185976$$

$$a_1 = -0.1183432 \cdot 10^{-3}$$

$$a_2 = 0.1269686 \cdot 10^3$$

R = Resistência (Ω)
 R_0 = Resistência à temperatura de referência (Ω)
 t = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
 t_k = Temperatura (K)
 t_{ref} = Temperatura de referência (K)
 β = Constante beta (K)
 E = emf (mV)
 $e = 2.7182818$
 α = Coef. de temperatura ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

» Soma de Capacitores

Em série

$$C_{total} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$$

Em paralelo

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 + C_{\dots}$$

» Soma de Resistores

Em série

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_{\dots}$$

Em paralelo

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

Corrente contínua

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

$$U = R * I$$

$$U = \sqrt{P * R}$$

Monofásico alternado

$$U_0 = \frac{P}{I * \cos \varphi}$$

$$U_0 = Z * I$$

$$U_0 = \frac{R * I}{\cos \varphi}$$

$$U_0 = \sqrt{\frac{P * Z}{\cos \varphi}}$$

$$U_0 = \frac{\sqrt{P * R}}{\cos \varphi}$$

$$U_0 = \frac{S}{I}$$

$$U_0 = \sqrt{S * Z}$$

$$U_0 = \sqrt{\frac{S * R}{\cos \varphi}}$$

$$U_0 = \frac{Q}{I * \sin \varphi}$$

$$U_0 = \sqrt{\frac{Q * Z}{\sin \varphi}}$$

$$U_0 = \sqrt{\frac{Q * R}{\sin \varphi * \cos \varphi}}$$

Bifásico alternado

$$U = \frac{P}{I * \cos \varphi}$$

$$U = Z * I$$

$$U = \sqrt{\frac{P * Z}{\cos \varphi}}$$

$$U = \sqrt{\frac{P * Z}{\cos \varphi}}$$

$$U = \frac{\sqrt{P * R}}{\cos \varphi}$$

$$U = \frac{S}{I}$$

$$U = \sqrt{S * Z}$$

$$U = \sqrt{\frac{S * R}{\cos \varphi}}$$

$$U = \frac{Q}{I * \sin \varphi}$$

$$U = \sqrt{\frac{Q * Z}{\sin \varphi}}$$

$$U = \sqrt{\frac{Q * R}{\sin \varphi * \cos \varphi}}$$

U_0 = Tensão [L-N] (V) I = Intensidade (A)
 U = Tensão [L-L] (V) R = Resistência (Ω)
 P = Potência ativa (W) Z = Impedância (Ω)
 S = Potência aparente (VA) $\cos \varphi$ = Fator de potência
 Q = Potência reativa (VAr)

» Tensão

Trifásico alternado

$$U = \frac{P}{\sqrt{3} * I * \cos \varphi}$$

$$U = Z * I$$

$$U = \frac{R * I}{\cos \varphi}$$

$$U = \sqrt{\frac{P * Z}{\sqrt{3} * \cos \varphi}}$$

$$U = \frac{P * R}{\sqrt{3} * \cos \varphi^2}$$

$$U = \frac{S}{\sqrt{3} * I}$$

$$U = \sqrt{\frac{S * Z}{\sqrt{3}}}$$

$$U = \sqrt{\frac{S * R}{\sqrt{3} * \cos \varphi}}$$

$$U = \frac{Q}{\sqrt{3} * I * \sin \varphi}$$

$$U = \sqrt{\frac{Q * Z}{\sqrt{3} * \sin \varphi}}$$

$$U = \sqrt{\frac{Q * R}{\sqrt{3} * \sin \varphi * \cos \varphi}}$$

U_0 = Tensão [L-N] (V)

U = Tensão [L-L] (V)

P = Potência ativa (W)

S = Potência aparente (VA)

Q = Potência reativa (VAr)

I = Intensidade (A)

R = Resistência (Ω)

Z = Impedância (Ω)

$\cos \varphi$ = Fator de potência

» Velocidade do Motor

$$N_s = 60 \frac{f}{p}$$

$$N_r = \frac{60 f (1 - s)}{p}$$

N_s = Velocidade síncrona (RPM)

N_r = Velocidade do rotor (RPM)

f = Frequência (Hz)

p = Pares de polos

s = Fator de deslizamento

» Vida de Bateria

$$t = H * \left(\frac{C}{I * H} \right)^k$$

t = Tempo (Horas)

H = Tempo de descarga nominal = 20 (Horas)

C = Capacidade (Ah)

I = Carga (A)

k = Coeficiente de Peukert (1 - 1.5)