

Instalações Elétricas de BT

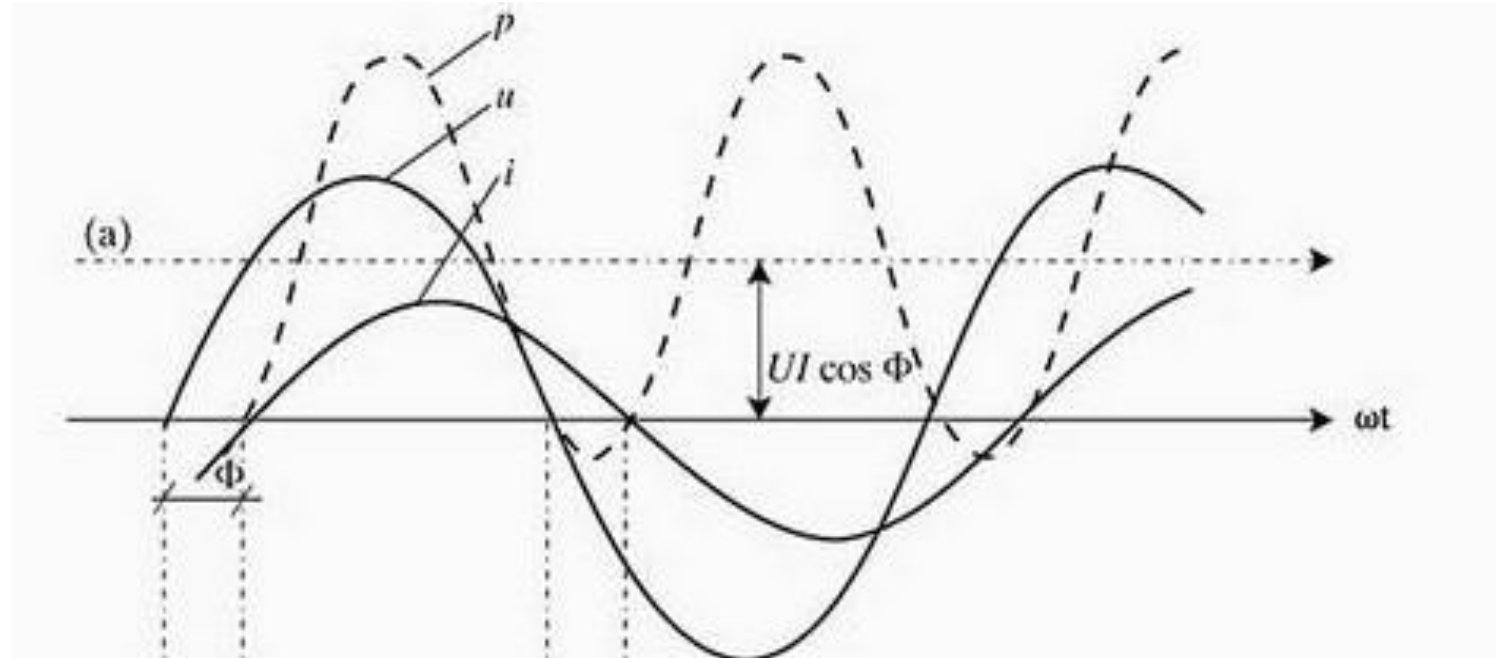
Odailson Cavalcante de Oliveira

Circuito Monofásico

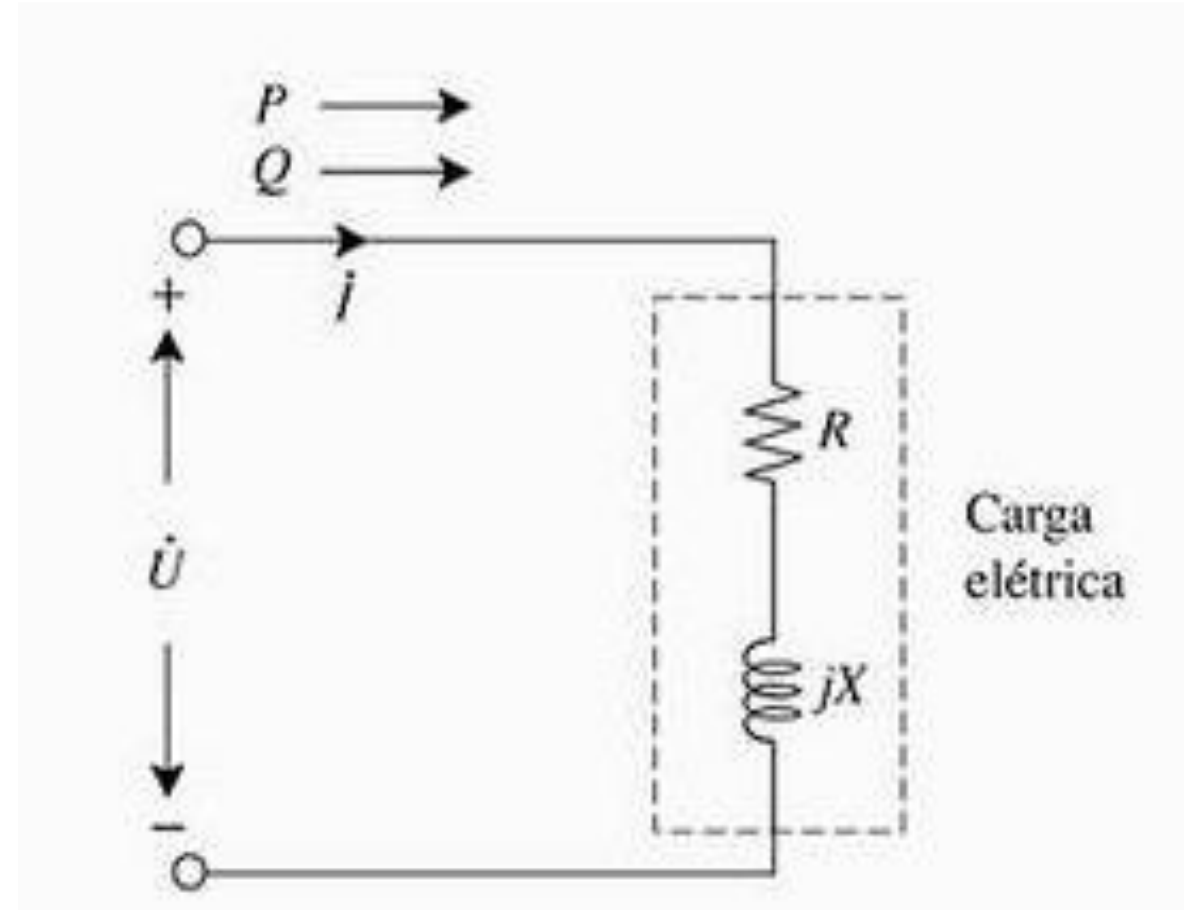
- A tensão monofásica refere-se a tensão entre fase e neutro.
 - $v = \sqrt{2}V \text{sen}(\omega t)$ - valor instantâneo de tensão
 - $i = \sqrt{2}I \text{sen}(\omega t - \phi)$ - valor instantâneo de corrente
 - V - tensão eficaz
 - I - corrente eficaz
 - ϕ - defasagem angular entre a onda senoidal de u e i

Circuito Monofásico

- $v = \sqrt{2}V \text{sen}(\omega t)$
- $i = \sqrt{2}I \text{sen}(\omega t - \phi)$
- Cargas resistivas não defasam a corrente da tensão
- Cargas indutivas atrasam a corrente da tensão
- Cargas capacitivas adiantam a corrente da tensão



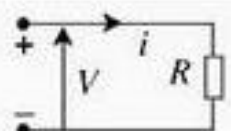


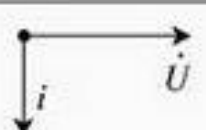


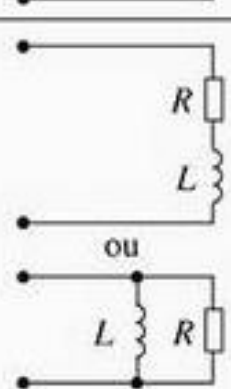
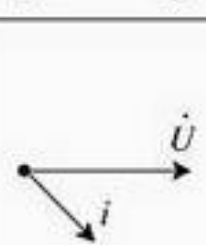
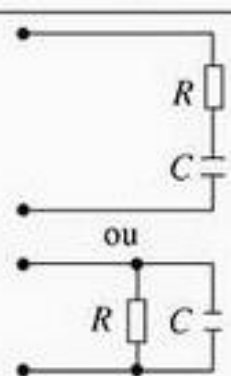

- Potencia aparente
 - Potência definida como
- $\dot{S} = P + jQ = S[\phi$
 - $S = VI = \sqrt{P^2 + Q^2}$ (VA)
- $P = VI\cos(\phi) = RI^2$ (W)
- $Q = VI\sin(\phi) = XI^2$ (var)
- Fator de potência (fp)
 - $\cos(\phi)$ determina o quanto da potencia aparente é efetivamente convertida em potência ativa.
 - Nos equipamentos, está entre 0 e 1.
 - A COSERN estabelece o $fp = 0,92$



Conceitos Básicos

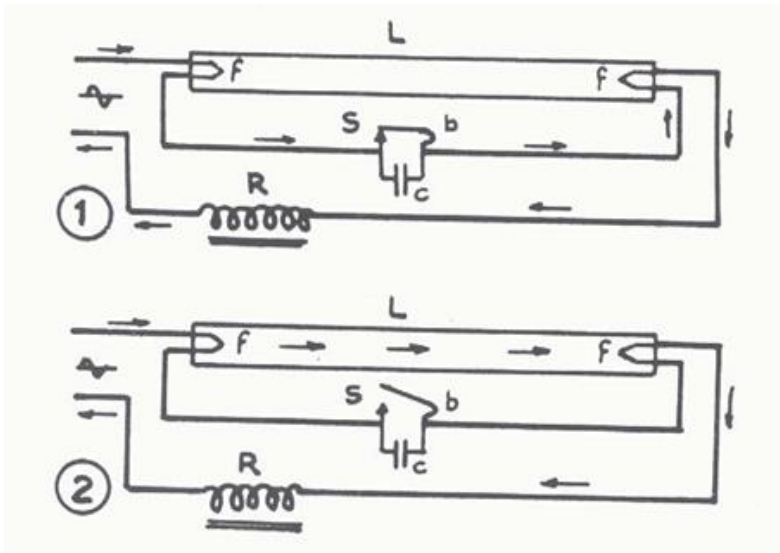
- Potência Reativa

- Equipamentos indutivos como motores, reatores, que possuem enrolamentos (bobinas) quando submetidos a tensões alternadas consomem potência reativa por causa do campo magnético produzido nesses equipamentos.
- Equipamentos capacitivos como banco de capacitores, longas linhas de transmissão quando submetidos a tensões alternadas consomem potência reativa por causa do campo elétrico produzido nesses equipamentos.
- Não realiza trabalho, mas pode ser responsável por boa parcela da corrente de um circuito.
 - Compensar a potência reativa de máquinas indutivas podem ser compensadas por banco de capacitores, fornecendo o reativo ao invés do circuito de distribuição da companhia energética.
 - Isso leva a redução das perdas nos cabos e economia no dimensionamento dos condutores.

Tipo de carga	Relação fasorial	Defasagem ângulo de Z	Fator de potência	Potência absorvida pela carga	
				P	Q
		$\Phi = 0^\circ$	$\cos \Phi = 1$	$P > 0$	$Q = 0$
		$\Phi = +90^\circ$	$\cos \Phi = 0$	$P = 0$	$Q > 0$
		$\Phi = -90^\circ$	$\cos \Phi = 0$	$P = 0$	$Q < 0$
		$0^\circ < \Phi < +90^\circ$	$0 < \cos \Phi < 1$	$P > 0$	$Q > 0$
		$-90^\circ < \Phi < 0^\circ$	$0 < \cos \Phi < 1$	$P > 0$	$Q < 0$

Exercícios

- Calcule a corrente, a potencia ativa e reativa do equipamento com especificações nominais (1000VA, 220V, $fp=0.7$).
- Uma escola possui 200 Lâmpadas de 40W, ligadas com reatores de fator de potência 0,6. Determine a corrente desse circuito de iluminação.



Circuitos Trifásicos

- As correntes em um circuito trifásico são defasadas 120 graus uma da outra.

$$i_a = \sqrt{2} I \sin(\omega t - \Phi)$$

$$i_b = \sqrt{2} I \sin(\omega t - 120^\circ - \Phi)$$

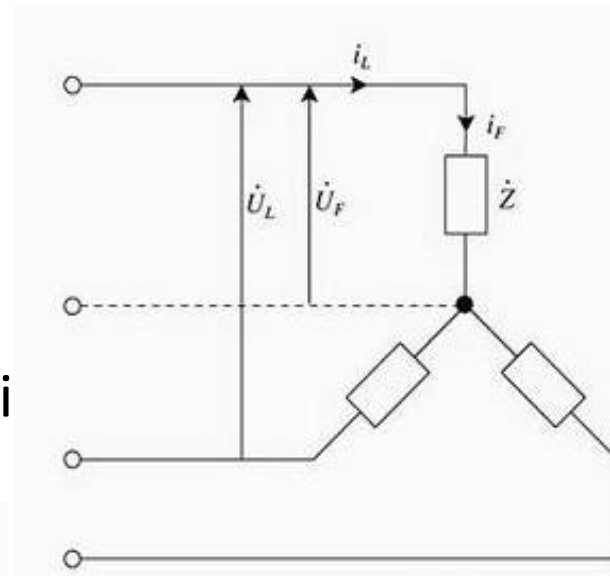
$$i_c = \sqrt{2} I \sin(\omega t - 240^\circ - \Phi)$$

- Tensão de Linha: tensão entre duas fases.
- Tensão de fase: tensão entre um fase e o neutro
- Potências trifásicas:

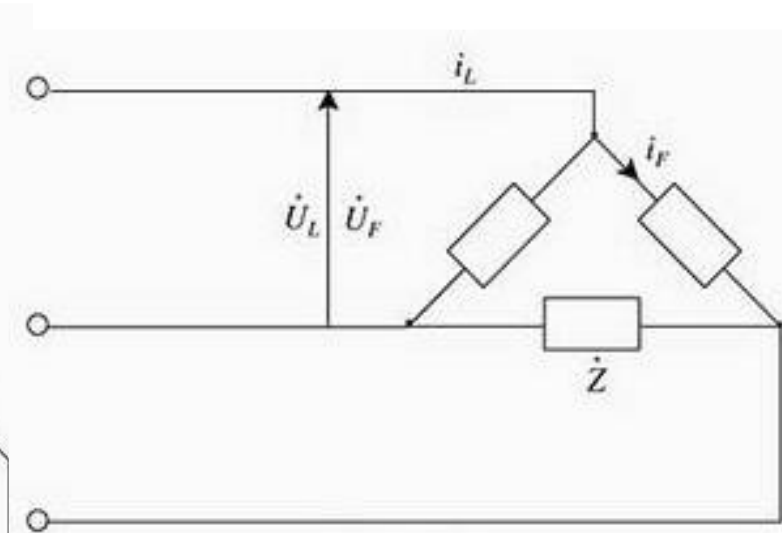
$$S_3 = 3V_f I_f = \sqrt{3} V_L I_L$$

$$P_3 = \sqrt{3} V_L I_L \cos(\theta)$$

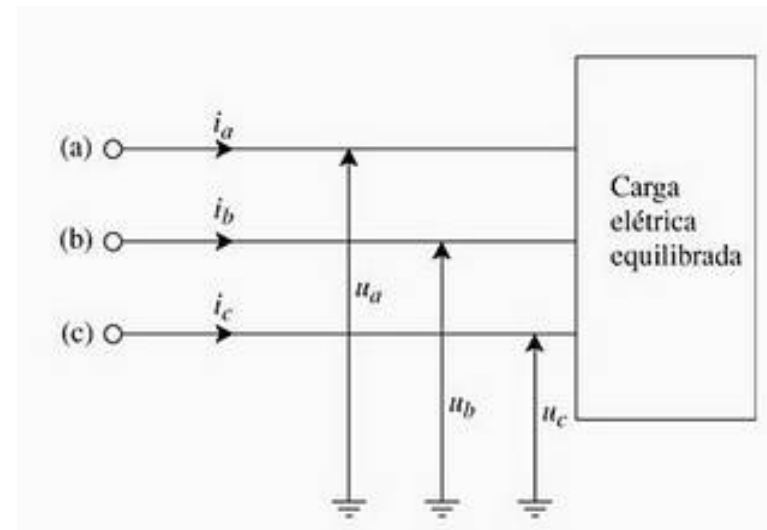
$$Q_3 = \sqrt{3} V_L I_L \sin(\theta)$$



$$\text{Estrela} \begin{cases} U_L = \sqrt{3} U_F \\ i_L = i_F \end{cases}$$



$$\text{Triângulo} \begin{cases} U_L = U_F \\ i_L = \sqrt{3} i_F \end{cases}$$



Correção de fator de potência

- A correção de fator de potência é um ferramenta para compensar as potências reativas solicitadas pelos equipamento elétricos, isso permite que que as linhas de transmissão, ou geradores reduzam o fornecimento da corrente elétrica, reduzindo os gastos com dimensionamento dos condutores, quedas de tensão nas linhas e perdas elétricas.
- Geralmente o tipo de fator de potência da rede é indutivo, provocado pelas máquinas que possuem enrolamentos como motores, reatores e transformadores. Nesses equipamentos a potência reativa é positiva.
- Os equipamentos empregados para compensação do fator de potência são os banco de capacitores. O fator de potência dos bancos de capacitores é do tipo capacitivo, e a potência reativa é negativa.
- Associar um banco de capacitores com cargas indutivas permite que o banco de capacitores forneça a potência reativa necessária ao equipamento.

Banco de capacitores

Monofásico



Trifásicos:



Banco de Capacitor Fixo com Disjuntor



Banco de Capacitor Fixo

Tipos de bancos

- Fixos: é recomendado para a correção de cargas constantes, tais como transformadores
- Semiautomáticos ou programáveis: controlado por timer ou pelo valor da demanda de corrente do sistema. Proporciona um controle menos preciso que o banco automático.
- Automático: possui um controlador eletrônico, geralmente microprocessado, que insere ou retira os capacitores do sistema de acordo com a variação do fator de potência, realizando uma compensação automática por meio de sinais de tensão e corrente ligando e desligando módulos capacitivos de acordo com a necessidade.

Localização do banco de capacitores

- Na entrada de energia
- No secundário de um transformador
- Junto ao equipamento
- No quadro de distribuição
- Devem ser preferencialmente instalados próximos as cargas, ou na extremidade dos circuitos terminais.

Calculo do reativo do banco de capacitores

- O fator de potência desejado é de 0,92.
- Calcula-se a potência reativa do equipamento para o fator de potência nominal
 - $S = V_f I_f$
 - $P = V_f I_f \cos(\theta)$
 - $Q = V_f I_f \text{sen}(\theta)$
- Calcula-se a potência reativa do equipamento para o fator de potência desejado
 - $S_3 = 3V_f I_f = \sqrt{3}V_L I_L$
 - $P_3 = \sqrt{3}V_L I_L \cos(\theta)$
 - $Q_3 = \sqrt{3}V_L I_L \text{sen}(\theta)$
- A potência reativa do banco é a diferença
 - $Q_{\text{banco}} = Q_{\text{nominal}} - Q_{\text{desejado}}$

Exercícios

- Calcule o valor da potência reativa necessária para correção do fator de potência para $0,92$, nos casos abaixo
 - Equipamento com especificações nominais (1000VA, 220V, $fp=0.7$).
 - 200 Lâmpadas de 40W, ligadas com reatores de fator de potência 0,6.
 - Um transformador trifásico (380/220V) possui 3500VA, $fp=0.7$.