



H7- Analisar o fator de potência de um motor.





Quais são as causas do BAIXO fator de potência?

- Motores SUPERdimensionados ou com POUCA carga.
- Lâmpadas de descarga: fluorescentes, vapor de sódio, vapor de mercúrio e outras (com reatores de baixo fator de potência).
- Instalações de ar condicionado.
- Máquinas de soda.
- Equipamentos eletrônicos.
- Transformadores SUPERdimensionados.

Limite mínimo determinado pela ANEEL:

- 0,92 das 6 às 24h (energia e demanda de potência reativa INDUTIVA fornecida).
- 0,92 das 24 às 6h (energia e demanda de potência reativa CAPACITIVA recebida).

Como deve ser verificado pela concessionária:

- **FP mensal:** calculado com base nos valores mensais de energia ativa (kWh) e energia reativa (kVARh).
- **FP horário:** calculado com base nos valores de hora em hora de energia ativa (kWh) e energia reativa (kVARh).



Quais são as vantagens da correção do fator de potência?

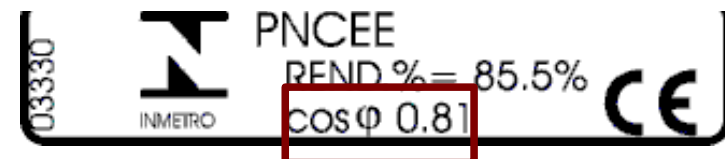
- › **Melhoria da tensão:** elevação da tensão de 4 a 5%.
- › **Redução de perdas:** proporcional ao quadrado da corrente ($R \times I^2$).
- › Redução significativa do custo de energia elétrica;
- › Aumento da eficiência energética da empresa.
- › Aumento da capacidade dos equipamento de manobra.
- › Aumento da vida útil das instalações e equipamentos.
- › Redução do efeito Joule.
- › Redução da corrente reativa na rede elétrica.

Métodos para melhorar o fator de potência?

- › Por meio do aumento do consumo de energia ativa (adicionar cargas com alto fator de potência, recomendado para instalações que trabalham FORA do horário de ponta).
- › Utilizando máquinas síncronas (recomendado acionar cargas superiores a 200cv).
- › Por meio de **capacitores (é o mais econômico)**.

O Fator de Potência no catálogo ou na placa do motor.

Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p / I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p / C_n	Conjugado máximo $C_{máx} / C_n$	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \phi$		
cv	kW								% da potência nominal					
									50	75	100	50	75	100
2 Pólos - 60 Hz														
0,16	0,12	63	3400	0,74	4,2	0,03	2,5	2,8	45,0	54,0	58,5	0,51	0,61	0,73



Parâmetros dos capacitores (conforme catálogo).

Tensão (Vca)	Potência reativa (kVAr)	Capacitância (μ F)	Referência	Resistor de descarga ⁽²⁾ 30s, 1/10 Un	Tamanho	Massa (kg)
	0,83	45,5	UCW0,8V25	270k / 3W	2	0,32

- **Tensão nominal (Vca):** valor eficaz da tensão senoidal entre os terminais para o qual foi projetado (220, 380, 440 ou 660V).
- **Potência reativa nominal (kVAr):** potência reativa sob tensão e frequência nominal para o qual foi projetado.
- **Capacitância nominal (μ F):** valor da capacitância em microfaraday.
- **Resistor de descarga:** reduz a zero a tensão entre os terminais, quando o capacitor é desligado da fonte de alimentação.



Capacitores utilizados para correção do Fator de Potência.



De 0,83 a
3,3 kVAr
(220V).
De 0,83 a
6,67 kVAr
(380V)

Unidade capacitiva monofásica



De 2,5 a 30
kVAr (220V).
De 2,5 a 60
kVAr (380V)
Ligado em
triângulo.

Módulo capacitor trifásico



De 10 a 50
kVAr (220V).
De 17,5 a 75
kVAr (380V)
Ligado em
triângulo.

**Banco de capacitor
trifásico (IP32)**



Banco de capacitor trifásico com proteção

De 10 a 35 kVAr
(220V).
De 20 a 75 kVAr
(380V)
Ligado em triângulo.

Para correção
individual ou em
banco automáticos.



Pontos de localização dos capacitores.

C1: capacitor instalado diretamente na carga (correção individual).

C2: capacitor instalado no quadro principal de baixa tensão.

C3: capacitor instalado no quadro secundário de baixa tensão.

C4: capacitor instalado na entrada de alta tensão.

C1 é o mais eficaz, porém de acordo com o tipo de instalação torna-se economicamente inviável.

- **Redução** das perdas por efeito Joule ($R \cdot I^2$) em toda a instalação.
- Único acionamento para o equipamento e o capacitor.
- **Diminuição** da carga nos circuitos de alimentação dos equipamentos.
- Geração de **energia capacitiva** somente quando for necessário.

C4

para a correção

3 kvar

indiretamente. O fator de potência é obtido pelas

ções mostradas a

dos capacitores,

ção individual de

- **C2:** capacitor instalado no quadro principal de baixa tensão;
- **C3:** capacitor instalado em um quadro secundário de baixa tensão;
- **C4:** capacitor instalado na entrada de alta tensão.

O método mais eficaz de correção do fator de potência é a instalação de capacitores junto com cada equipamento, fazendo a correção de potência localizada, pois com esse tipo de correção teríamos:

- Redução das perdas por efeito Joule em toda a instalação;
- Diminuição da carga nos circuitos de alimentação dos equipamentos;
- Único acionamento para o equipamento e o capacitor;
- Geração de energia reativa capacitiva somente quando for necessário.

C2

C3

Figura 3.10 - Localização dos capacitores.

De acordo com o tipo de instalação, esse método torna-se economicamente inviável.

C1

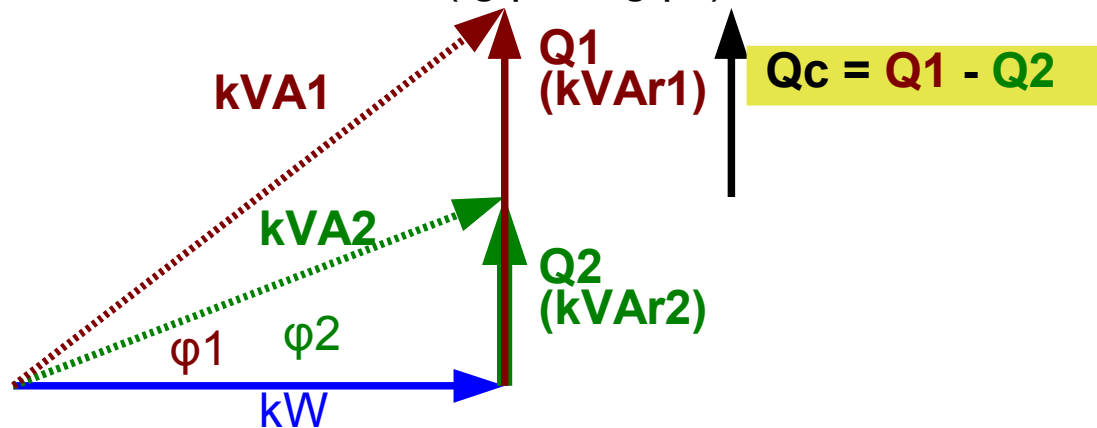
Em uma instalação como melhorar o FP1 para FP2, ou seja, reduzir a quantidade de potência reativa?

$$Q1 = \text{kVAr}1 = \text{kW} \times \text{tg}\varphi1 = \text{kW}/\text{kVA}1$$

$$Q2 = \text{kVAr}2 = \text{kW} \times \text{tg}\varphi2 \text{ (desejado)}$$

A diferença entre as duas potências dá:

$$Q1 - Q2 = \text{kVAr}1 - \text{kVAr}2 = \text{kW} (\text{tg}\varphi1 - \text{tg}\varphi2)$$



$$Qc(\text{kVAr}) = \text{kW} \cdot \Delta \text{tg}\varphi = Q1 - Q2$$

Exemplo 1: Corrigir o fator de potência de uma instalação elétrica cuja carga instalada é de **150 kW**. Possui fator de potência atual de **0,7** e deseja corrigi-lo para **0,92**.

SOLUÇÃO:

Como $FP = \cos\phi$, teremos os seguintes ângulos:

Fator de potência atual:

$$\cos\phi_1 = 0,7 \text{ e } \phi_1 = \cos^{-1}(0,7) = 45,57^\circ \text{ e } \operatorname{tg}(45,57^\circ) = 1,02$$

Fator de potência desejado:

$$\cos\phi_2 = 0,92 \text{ e } \phi_2 = \cos^{-1}(0,92) = 23,07^\circ \text{ e } \operatorname{tg}(23,07^\circ) = 0,42$$

$$Q_c = P \cdot \Delta \operatorname{tg}\phi = 150 \cdot (1,02 - 0,42) = 90 \text{ kVAr}$$

Exemplo 2: Encontrar o fator de potência inicial de uma instalação com três motores de indução trifásicos de 2 pólos, 380V, 60Hz. Fazer uma correção geral de 0,95.

	P[cv]	P[kW]	$\cos\phi$	Rendimento
1	15	11	0,82	0,83
2	30	22	0,88	0,89
3	40	30	0,89	0,90

- 1) Calcular a P_{el} , S e Q_1 para obter o $\cos(\phi_i)$ inicial.
- 2) Calcular o Q desejado (Q_2).
- 3) Encontrar a potência reativa do capacitor (Q_c) para a correção do fator de potência.
- 4) Encontrar no catálogo de capacitores o banco, conforme regra: **$Q_{catálogo} \geq Q_c$**
- 5) Como o valor do banco real é maior que o calculado, tem-se um novo fator de potência (real).

REFERÊNCIAS

FRANCHI, C.M. ACIONAMENTOS ELÉTRICOS, Ed. Érica, 4a. Ed., SP, 2008.

ULIANA, J.E. Apostila de Comando e Motores Elétricos. Curso Técnico em Plásticos.

Catálogo WEG de capacitores.