

O que é fator de potência e como calcular?

Em algum momento você já deve ter ouvido falar em fator de potência e ficou na dúvida ou sem entender direito o real significado deste termo e sua aplicação. Bem, após ler esse breve artigo tenho certeza que você não terá problemas em compreender o que é o fator de potência.

Tipos de potências elétricas

Antes de qualquer coisa, é preciso que você saiba alguns conceitos. Veja quais são:

- **Potência:** É a capacidade de produzir trabalho na unidade de tempo.
- **Potência Ativa:** É aquela que efetivamente produz trabalho útil, normalmente expressa em quilowatt (kW).
- **Potência Reativa:** É aquela utilizada para criar o fluxo magnético necessário ao funcionamento dos equipamentos indutivos tais como motores, transformadores e reatores. É normalmente expressa em quilovolt-ampère-reactivo (kVAr).
- **Potência Aparente:** É a potência total absorvida por uma instalação elétrica, usualmente expressa em quilovolt-ampère (kVA).

Como calcular fator de potência?

A Potência Reativa bem como a Potência Ativa fluem através de motores, transformadores e reatores. A soma geométrica (teorema de Pitágoras) destas duas potências determina o que chamamos de Potência Aparente. A divisão da Potência Ativa pela Potência Aparente determina o que chamamos de Fator de Potência.

$$\text{Fator de Potência} = \cos \phi = \frac{kW}{kVA}$$

Resumindo, o F. P. é uma medida que determina a eficiência com que a energia elétrica está sendo utilizada em seu sistema elétrico.

O Fator de Potência é expresso como um valor entre -1 e 1 e pode ser indutivo (negativo) ou capacitivo (positivo). Se o fator de potência for 1, toda a energia fornecida estará sendo usada para trabalho produtivo e isso é chamado de “fator de potência unitário”.

Atualmente é estipulado pelo órgão regulador de energia elétrica no Brasil, um valor mínimo de Fator de Potência de 0,92.

Então, quanto mais próximo de 1 deixarmos o Fator de Potência da nossa instalação elétrica melhor.

Analogia com o copo de chopp

Para compreender o que é o fator de potência, iremos realizar a analogia mais utilizada para explicar esse conceito: o copo de chopp.

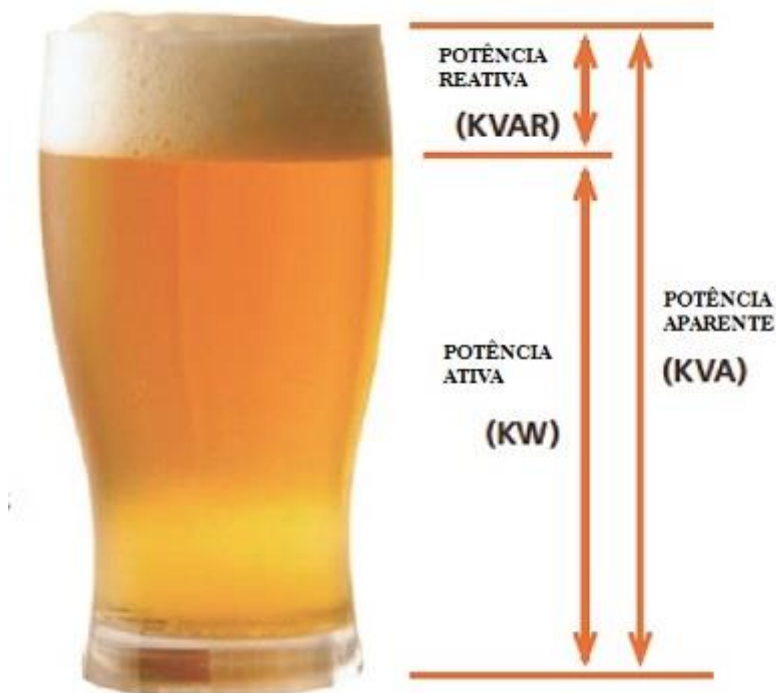
Imagine que você peça ao garçom para que traga um copo com o seu chopp favorito.

O líquido presente no copo vai ser neste caso o conteúdo mais importante, ou seja, quem realmente irá matar a sua sede (Potência Ativa kW).

Infelizmente, no copo junto com o líquido, vem um pouco de espuma, que não mata a sua sede e ocupa espaço (Potência Reativa kVAR).

O conteúdo total do seu copo é a soma geométrica do líquido do chopp (Potência Ativa kW) e da espuma do chopp (Potência Reativa kVAR). Todo o copo representa a Potência Aparente kVA.

$$\text{Fator de Potência} = \cos \phi = \frac{kW}{kVA} = \frac{\text{Líquido do chopp}}{\text{Líquido do chopp} + \text{Espuma do chopp}}$$



Quanto mais espuma no copo, mais espaço será ocupado e menos líquido caberá, o que não matará a sua sede. Isso significa que quanto maior a quantidade de espuma, menor será o Fator de Potência (mais distante de 1).

Agora quanto menos espuma no copo, menos espaço será ocupado e mais líquido caberá, o que matará a sua sede. Isso significa que quanto menor a quantidade de espuma, maior será o Fator de Potência (mais próximo de 1).

Veja o exemplo a seguir:

Em um um circuito de corrente alternada com fator de potencia igual a 0,92 sendo submetido a uma corrente de 15 A e uma tensão de 220 V, temos:

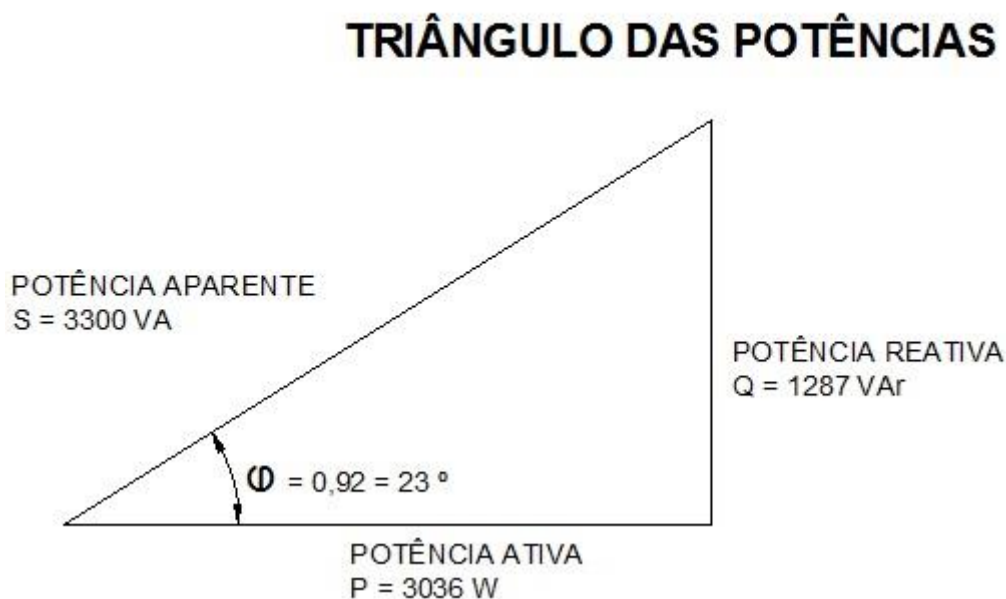
Potencia aparente: $S = V \cdot I = 220 \cdot 15 = 3300 \text{ VA}$;

Potencia reativa: $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi = 220 \cdot 15 \cdot 0,39 = 1287 \text{ VAR}$;

Potencia ativa: $P = V \cdot I \cdot \cos \phi = 220 \cdot 15 \cdot 0,92 = 3036 \text{ W}$.

No exemplo, temos 3300 VA de potencia aparente sendo recebida pelo circuito, porém apenas 3036 W são convertidos em energia útil (92% de S), com 1287 VAR de energia reativa não gerando trabalho útil, fluindo simplesmente de um ponto ao outro do circuito.

Na figura abaixo, está representado o esquema trigonométrico mostrando um triangulo retângulo com potencia ativa P, a potencia reativa Q, e a potencia aparente S. O ângulo ϕ é dito como o FP.



A partir disso, podemos concluir que assim como não é interessante ter no copo um excesso de espuma ocupando espaço, não é interessante em uma instalação elétrica o consumo em excesso de energia reativa.

O primeiro passo para saber como corrigir o fator de potência você já deu, que foi entender o que ele é.

Correção de FP

Se tratando de correção de fator de potência, não devemos esquecer que existe o fator de potência indutivo e o fator de potência capacitivo. Em situações onde as cargas predominantes são indutivas (tensão adiantada em relação à corrente), iremos utilizar o capacitor. Em situações onde as cargas

predominantes são capacitivas (corrente adiantada em relação à tensão), iremos utilizar o indutor.

Como na maioria dos casos práticos é necessária a correção de cargas indutivas, vamos dar um foco principal a este tipo de correção. Para o nosso exemplo, iremos realizar a correção localizada, ou seja, serão instalados capacitores junto ao equipamento que precisa corrigir o FP. Do ponto de vista técnico, esta é a melhor maneira de se realizar a correção.

Vantagens de corrigir o FP

- Redução significativa do custo de energia elétrica;
- Aumento da eficiência energética da empresa;
- Melhoria da tensão;
- Aumento da capacidade dos equipamentos de manobra;
- Aumento da vida útil das instalações e equipamentos;
- Redução do efeito Joule;
- Redução da corrente reativa na rede elétrica.

O que causa baixo FP?

- Motores trabalhando em vazio durante grande parte de tempo;
- Motores superdimensionados para as respectivas cargas;
- Grandes transformadores alimentando pequenas cargas por muito tempo;
- Lâmpadas de descargas (de vapor de mercúrio, fluorescente, etc.) sem correção individual do fator de potência;
- Grande quantidade de motores de pequena potência.

Efeitos do baixo FP

O baixo fator de potência em instalações elétricas geralmente provoca:

- Sobretaxa na conta de energia elétrica, por estar operando com fator de potência baixo;
- Redução da capacidade do sistema elétrico;
- Queda de tensão em circuitos de distribuição de energia elétrica;
- Aumento das perdas elétricas nas linhas de distribuição.

Como corrigir o FP de um motor elétrico trifásico

Para que seja possível entender como o fator de potência afeta um circuito, vamos deixar aqui um exercício resolvido sobre correção de fator de potência de um motor elétrico trifásico. Imagine que temos em nossa instalação somente este motor. No caso, iremos fazer uma correção individual.

Todos os dados fornecidos abaixo devem ser coletados da placa de dados do motor:

Ps: Potência ativa de saída

η : Rendimento

3º PASSO – Calcular a potência aparente de entrada do motor com FP 0,83

No passo anterior calculamos a potência ativa de entrada do motor. Vamos agora calcular a potência aparente de entrada, utilizando o fator de potência atual do motor (0,83).

$$S_e = \frac{P_e}{FP}$$

$$S_e = \frac{12266,66}{0,83}$$

$$S_e = 14779,10 \text{ VA}$$

Onde:

Se: Potência aparente de entrada

Pe: Potência ativa de entrada

FP: Fator de potência

4º PASSO – Calcular a potência reativa de entrada do motor com FP 0,83

Vamos encontrar agora qual a potência reativa que o motor está consumindo da rede com o fator de potência 0,83. Primeiro calculamos o ângulo e depois calculamos a potência reativa.

$$\cos^{-1} 0,83 = \varphi$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,83 = 33,90^\circ$$

$$Q_{0,83} = S_e \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{0,83} = 14779,10 \cdot \sin(33,90^\circ) = 8242,97 \text{ VAr}$$

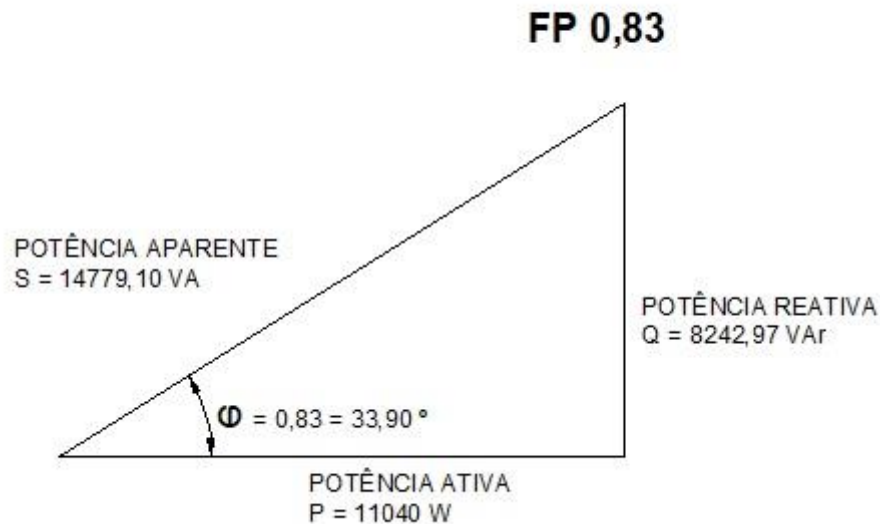
Onde:

$Q_{0,83}$: Potência reativa consumida pelo motor com fator de potência 0,83

FP: Fator de potência

Se: Potência aparente de entrada com fator de potência 0,83

Abaixo temos a representação do triângulo das potências, com todos os valores obtidos com um fator de potência 0,83.



5º PASSO – Calcular a potência aparente de entrada do motor com FP 0,95

A partir deste passo, vamos começar a calcular os valores que vamos encontrar com o fator de potência desejado para o motor (0,95).

$$Se = \frac{Pe}{FP}$$

$$Se = \frac{12266,66}{0,95}$$

$$Se = 12912,27 \text{ VA}$$

Onde:

Se: Potência aparente de entrada

Pe: Potência ativa de entrada

FP: Fator de potência

6º PASSO – Calcular a potência reativa de entrada do motor com FP 0,95

Vamos encontrar agora qual a potência reativa que o motor irá consumir da rede com o fator de potência 0,95. Primeiro calculamos o ângulo e depois calculamos a potência reativa.

$$\cos^{-1} 0,95 = \cos^{-1}.FP$$

$$\cos^{-1} 0,95 = \cos^{-1}.0,95 = 18,19^\circ$$

$$Q = Se . \sin \varphi$$

$$Q_{0,95} = 12912,27 . \sin(18,19^\circ) = 4030,81 \text{ VAr}$$

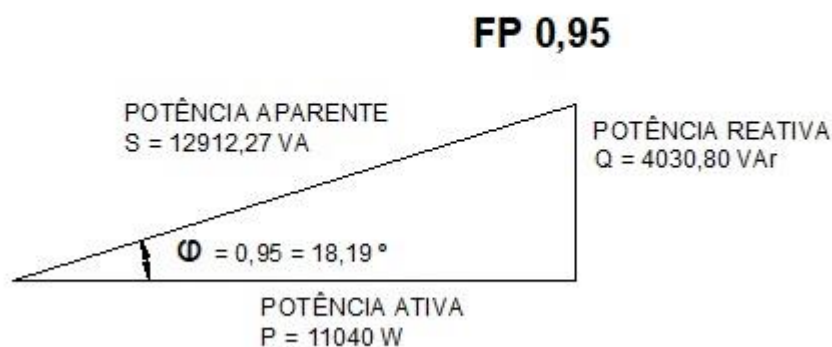
Onde:

$Q_{0,95}$: Potência reativa consumida pelo motor com fator de potência 0,95

FP: Fator de potência

Se: Potência aparente de entrada com fator de potência 0,95

Abaixo temos a representação do triângulo das potências, com todos os valores obtidos com um FP 0,95.



7º PASSO – Dimensionar o banco de capacitores

Agora que encontramos os valores de potência reativa do motor com o FP (0,83) e do FP desejado (0,95), vamos encontrar agora qual o valor de potência reativa que o banco de capacitores deverá fornecer ao motor e também qual deve ser a sua capacitância.

$$Q_c = Q_{0,83} - Q_{0,95}$$

$$Q_c = 8242,97 - 4030,8$$

$$Q_c = 4212,17 \text{ VAr}$$

$$C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot v^2}$$

$$C = \frac{4212,17}{2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 380^2}$$

$$C = 77,37 \mu\text{F}$$

Onde:

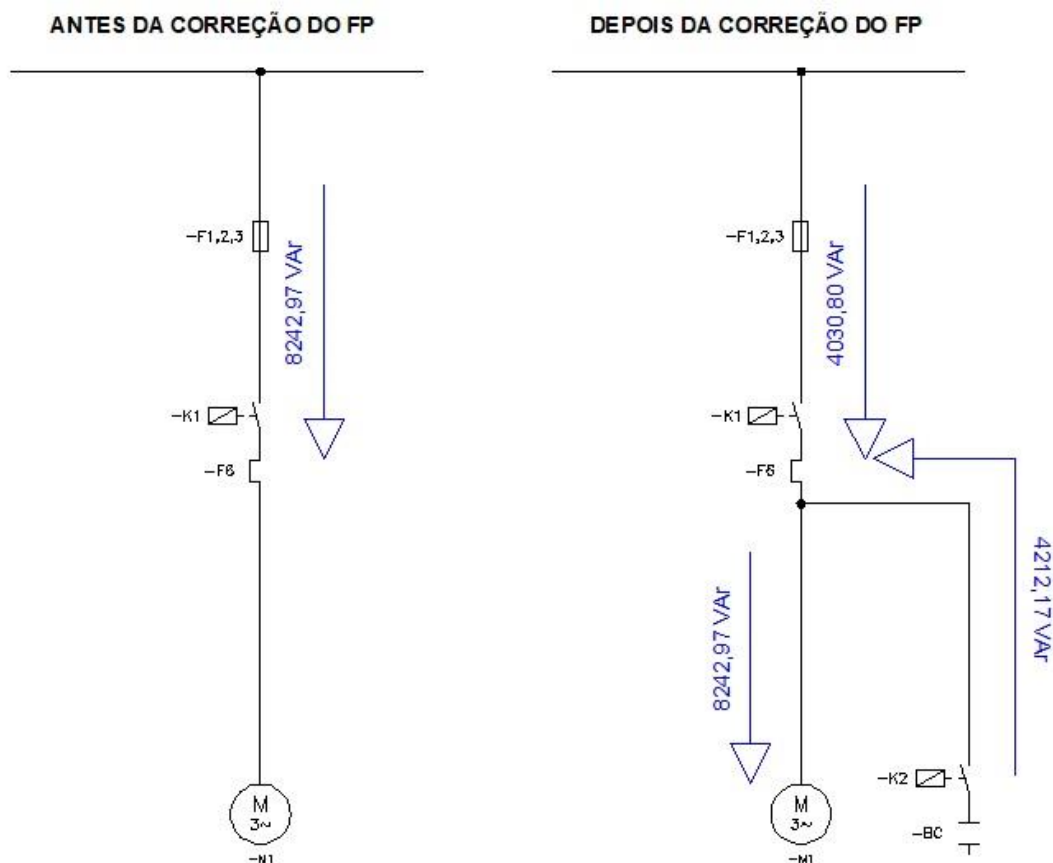
Q_c : Potência reativa do banco de capacitores

C : Capacitância do banco de capacitores

RESUMINDO: Para que o FP do motor do nosso exemplo seja corrigido, será necessário providenciar a instalação de um banco de capacitores trifásico de 380 V, com capacitância igual ou maior que 77,37 microFarad e potência reativa igual ou maior que 4212,17 VAr.

O banco deverá ser instalado de forma PARALELA ao motor. Você pode elaborar um circuito de comando automático que, após acionar o motor, um contator K2 entre com o banco de capacitores e após desligar o motor o contator K2 seja desligado e retire o banco.

Para você entender bem o que ocorre no circuito após a instalação do banco de capacitores, veja a imagem comparativa abaixo. Antes da correção, o motor consumia da rede toda a energia reativa necessária para seu funcionamento (8242,97 Var).



Perceba que após a correção, é consumido da rede somente 4030,8 Var e fica a cargo do banco de capacitores fornecer o restante necessário para o funcionamento do motor (4212,17 Var).

Instalando-se capacitores junto aos motores ou aos transformadores limita-se o fluxo de energia reativa através dos circuitos elétricos. A energia reativa necessária à magnetização de motores, transformadores e reatores passa a ser fornecida pelos capacitores ao invés de ficar fluindo através dos circuitos de alimentação das referidas cargas.

Lembrando que cada circuito tem suas particularidades e a correção do FP deve ser bem estudada. É o caso, por exemplo, de circuitos com harmônicas, que exige uma correção especial através de um filtro, de forma que o mesmo evite o surgimento de ressonância no circuito.