

## POTÊNCIA REATIVA

### Definição

As potências ativas e reativas possuem uma relação natural entre elas.

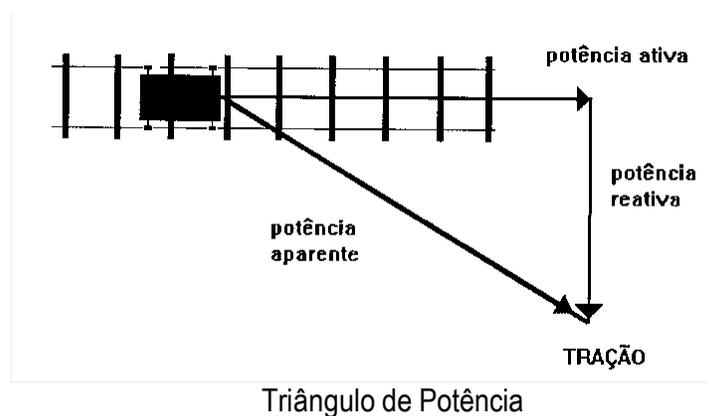
A potência reativa depende linearmente da potência ativa através do fator de potência (cosseno do ângulo entre elas).

A potência aparente é representada pela soma fatorial dessas.

O conjunto forma o que se denomina de Triângulo de Potência.

Os aparelhos elétricos indutivos, tais como motores e transformadores, desenvolvem um campo magnético interno necessário para o seu funcionamento. Este campo é formado pela passagem da corrente nos enrolamentos. Quando os equipamentos são alimentados em corrente alternada, a energia armazenada em forma de campo magnético tende a se opor à variação da intensidade da corrente, causando um atraso da corrente em relação à tensão. Como consequência uma parcela da corrente não realiza trabalho útil, produzindo o que se chama de energia reativa.

Energia reativa em um sistema. Uma analogia: Quando um vagão é tracionado para se deslocar sobre os trilhos por ação de uma força não paralela à direção do deslocamento.



O esforço de tração representa a potência aparente, simbolizada por  $S$ , do sistema (kVA). A componente de força paralela aos trilhos é a que realiza trabalho útil, representando a potência ativa ( $P$ ) do sistema em kW. A componente ortogonal a esta última não realiza trabalho, causando um aumento da potência aparente para se obter a mesma potência ativa que seria necessária à locomoção do vagão caso a força de tração fosse aplicada em direção paralela aos trilhos. Esta representa a potência reativa ( $Q$ ) em kVAr.

A relação entre a potência ativa e a potência aparente é denominada **fator de potência**. Note, na analogia acima, que o fator de potência é na realidade a tangente do ângulo formado entre a força de tração e os trilhos. Quanto menor for este ângulo, menor será a componente reativa do sistema, e tanto mais o fator de potência irá se aproximar do valor unitário.

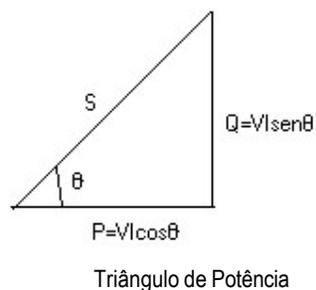
## ENERGIA REATIVA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS

A ocorrência de energia reativa em circuitos elétricos sobrecarrega as instalações, ocupando uma capacidade de condução de corrente que poderia ser mais bem aproveitada para realizar trabalho útil. Isto é válido tanto para a concessionária que entrega energia elétrica ao consumidor como também para o próprio consumidor em seus circuitos de distribuição.

A concessionária protege-se contra a ocorrência de reativos elevados em suas linhas impondo ao consumidor um fator de potência mínimo (na legislação brasileira, à época da elaboração do presente trabalho, o fator de potência mínimo é de 0,92). Quando o consumidor apresenta um fator de potência abaixo do mínimo é cobrado o excedente de energia reativa, a título de ajuste. Assim sendo, a melhoria do fator de potência de uma instalação representa não apenas uma melhor utilização dos circuitos de distribuição de uma empresa, como também uma forma de reduzir as despesas com o fornecimento de energia caso ele esteja abaixo do mínimo regulamentado.

Naturalmente, o circuito possui um triângulo de potência do tipo mostrado na figura 2, a qual mostra que, quando uma carga é ligada a uma fonte de tensão qualquer, a carga absorve uma potência complexa  $S$ .

Sabe-se que a potência ativa dissipada pela carga instalada no circuito é dada por,



de acordo com o triângulo da figura 2:

$$P=VI\cos\theta$$

Onde:  $V$ = tensão (Volt);

$I$ = corrente (Ampére)

$P$ = potência ativa (Watt)

$Q$ = potência reativa (Volt Ampére reativo)

$VI=S$ =potência aparente ou complexa (Volt Ampére)

Explicitando o fator  $\cos\theta$  na equação, obtém-se:

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

O valor  $\cos\theta$  na equação acima é definido como **fator de potência da carga**, e é um fator muito importante nas cargas elétricas, bem como para os circuitos elétricos.

Quando a carga for **indutiva**, o  $\theta$  e o  $Q$  serão positivos e quando a carga for **capacitiva** implica que o  $\theta$  e o  $Q$  serão negativos. Pelo exposto, verifica-se que não é possível especificar o fator de potência unicamente pelo cosseno do ângulo, isto porque, da trigonometria tem-se:  $\cos(\theta) = \cos(-\theta)$

Para contornar esta ambigüidade, adota-se dizer:

quando  $\theta$  é positivo: fator de potência **atrasado, indutivo** quando  $\theta$  negativo; fator de potência **adiantado, capacitivo**.

Em outras palavras, fator de potência atrasado significa que a corrente está atrasada em relação à tensão, são, portanto, os circuitos indutivos, e, fator de potência adiantado significa que a corrente está adiantada em relação à tensão, são, portanto, os circuitos capacitivos.

Quando  $\theta$  é grande aumenta a corrente, havendo, portanto, maior perda na linha de transmissão o que, obriga a concessionária a instalar e manter capacitores na geração e nas subestações das linhas de transmissão objetivando diminuir estas perdas.

Para obrigar o usuário a pagar menos, a concessionária estipula o fator de potência maior possível para incentivar a correção, adotando a seguinte fórmula para cobrança:

$$X = \frac{0,92 * \text{Preço(kWh)}}{\cos\theta}$$

Na expressão acima comprova-se que, quando o usuário consegue corrigir o fator de potência para um valor maior do que 0,92 ele pagará menos, enquanto que se o fator de potência desse consumidor permanece menor do que 0,92 ele pagará mais.

Esta regra faz com que o conhecimento das cargas ativas e reativas futuras seja necessário para controlar e equilibrar o fornecimento e a demanda das mesmas, ou seja, gerar uma harmonia entre cliente e concessionária. A concessionária em questão é a Elektro, cujas subestações foram utilizadas como exemplo de estudo.