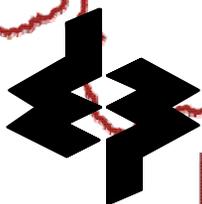
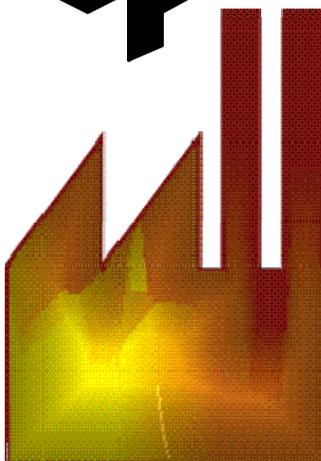


Eletrobrás



PROCEL
PROGRAMA NACIONAL
DE CONSERVAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA



PROGRAMA DE EFICIENTIZAÇÃO INDUSTRIAL
FATOR DE POTÊNCIA

Fator de Potência

Relação entre a potência ativa e a potência aparente. Ele indica a eficiência do uso da energia. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta

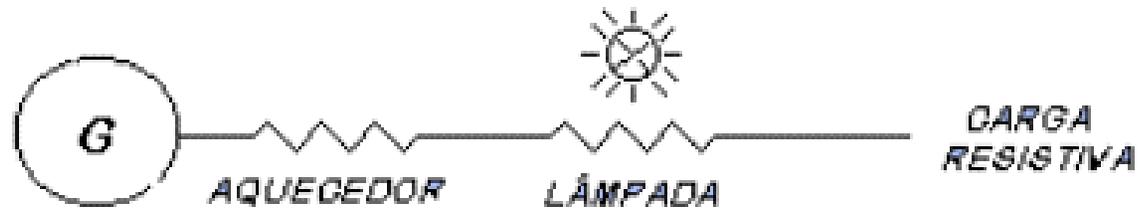
Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

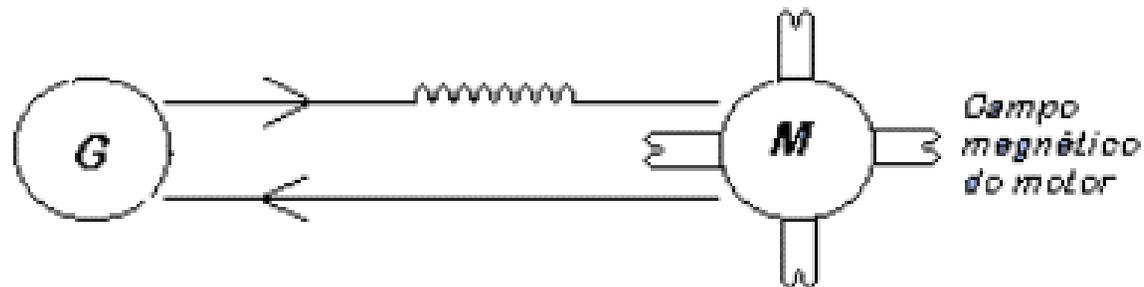
Potência Ativa

- Potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc.
- É medida em kW

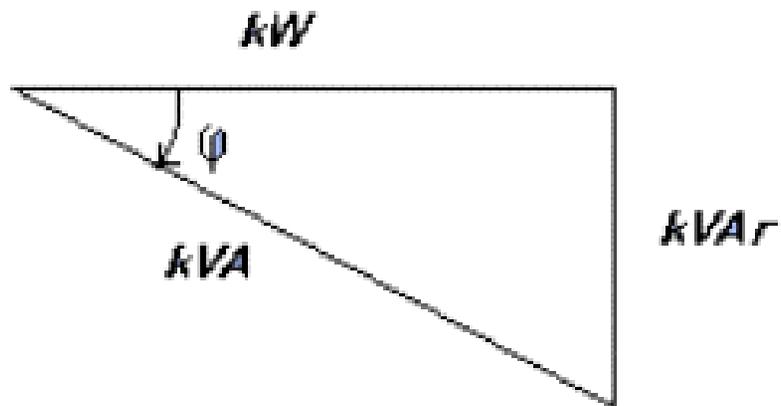


Potência Reativa

- Potência usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas.
- É medida em kVAR



Eficientização Industrial



$$\cos = \frac{kW}{kVA} = FP$$

$$\text{Fator de Potência} = \frac{\text{Potência Ativa}}{\text{Potência Total}}$$

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás

Exemplo

Uma máquina operatriz está trabalhando com 100 kW (potência ativa) e a potência aparente é 125 kVA. Dividindo 100 por 125, tem-se um fator de potência de 0,80.

O fator de potência é sempre um número entre 0 e 1

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

Consumidor de Pot. Reativa



Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás

Eficientização Industrial

- Como exemplo de cargas que consomem energia reativa tem - se:
 - Transformadores,
 - Motores de indução,
 - Fornos de indução,
 - Reatores, etc.

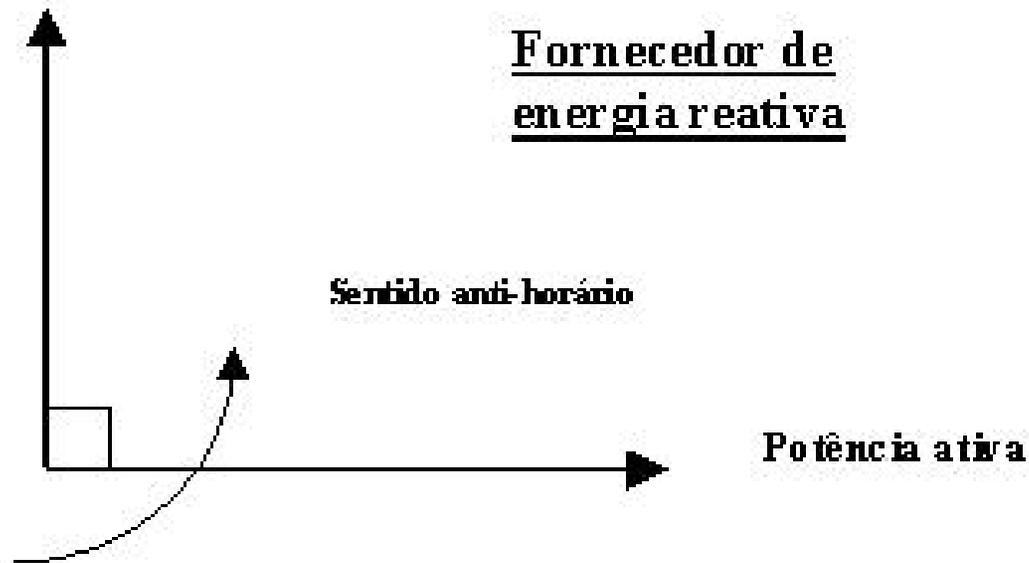
Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Fornecedor de Pot. Reativa

Potência reativa



Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás

Eficientização Industrial

- Como exemplo de cargas que fornecem energia reativa tem - se:
 - ● Capacitores,
 - ● Motores síncronos superexcitados,
 - ● Condensadores síncronos, etc.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

- Por Convenção
 - As cargas que consomem energia reativa são denominadas de cargas indutivas.
 - As cargas que fornecem energia reativa são denominadas de cargas capacitivas.
 - As cargas que não consomem e nem fornecem energia reativa são chamadas de cargas resistivas.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Resolução ANEEL 456 de 29/11/2000

- ⑩ Limite mínimo do fator de potência de 0,92;
- ⑩ Faturamento de energia reativa capacitiva excedente;
- ⑩ Período de avaliação do fator de potência horário

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

- ⑩ Das 06:00 às 24:00 o fator de potência deve ser no mínimo 0,92 para a energia e demanda de potência reativa indutiva fornecida.
- ⑩ Das 24:00 até às 06:00 no mínimo 0,92 para energia e demanda de potência reativa capacitiva recebida.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Valores Mínimos em outros países

ESPAÑA	0,92
CORÉIA	0,93
FRANÇA	0,93
PORTUGAL	0,93
BÉLGICA	0,95
ARGENTINA	0,95
ALEMANHA	0,96
SUIÇA	0,96

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Causas de baixo Fator de Potência

- ⑩ Motores de indução trabalhando a vazio;
- ⑩ Motores superdimensionados;
- ⑩ Transformadores a vazio ou com pouca carga;
- ⑩ Reatores de baixo fator de potência no sistema de iluminação;
- ⑩ Fornos de indução ou a arco;
- ⑩ Máquinas de tratamento térmico;
- ⑩ Máquinas de solda;
- ⑩ Nível de tensão acima do valor nominal provocando um aumento de consumo de energia reativa.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Conseqüências de baixo FP

- 10 Acréscimo na conta de energia elétrica por estar operando com baixo fator de potência;
- 10 Limitação da capacidade dos transformadores de alimentação;
- 10 Quedas e flutuações de tensão nos circuitos de distribuição;
- 10 Sobrecarga nos equipamentos de manobra limitando sua vida útil;
- 10 Aumento das perdas elétricas na linha de distribuição pelo efeito Joule;
- 10 Necessidade de aumento do diâmetro dos condutores;
- 10 Necessidade de aumento da capacidade dos equipamentos de manobra e proteção.

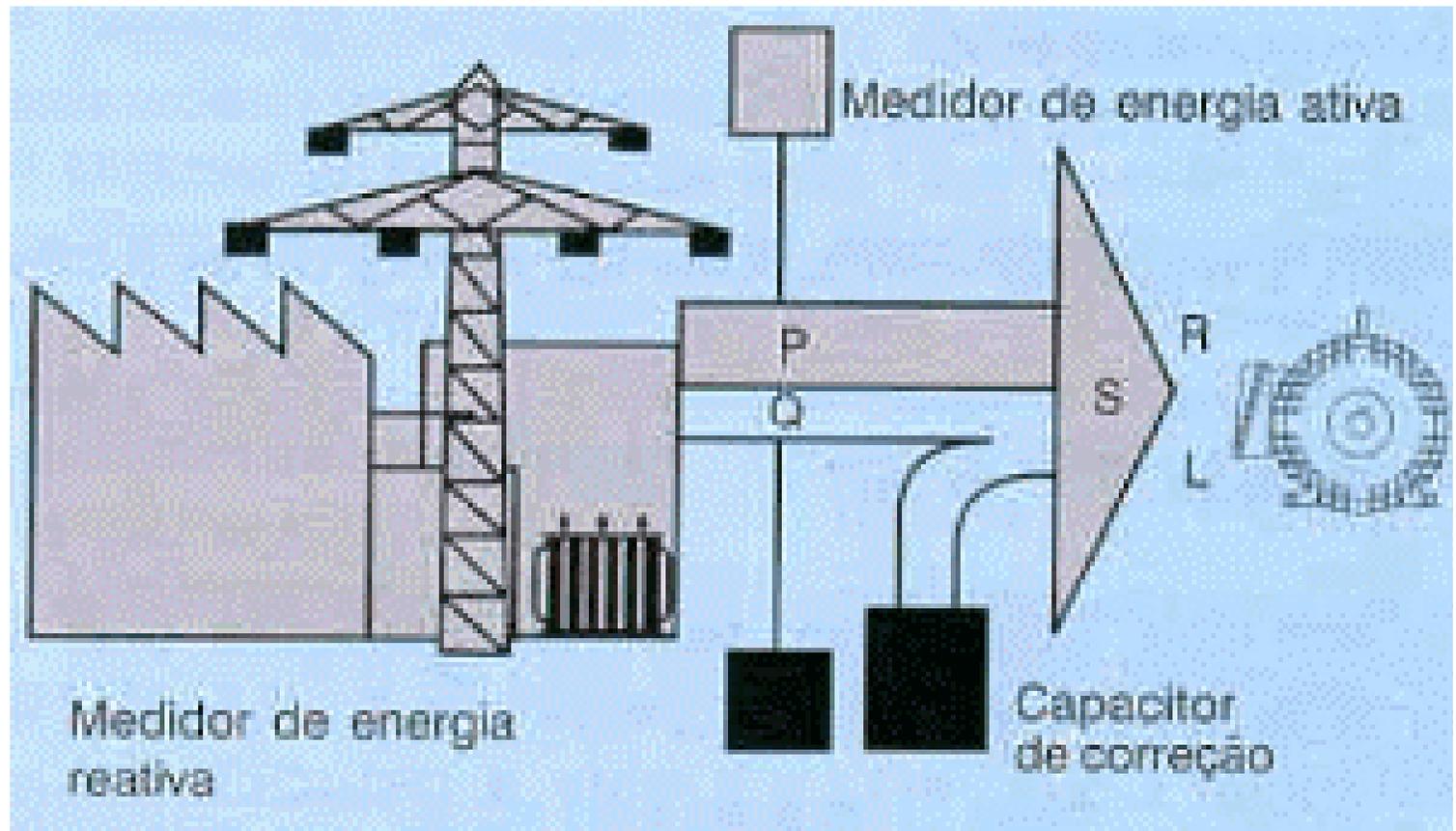
Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

Onde corrigir o baixo FP



Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

a) Correção na entrada da energia de alta tensão: corrige o fator de potência visto pela concessionária, permanecendo internamente todos os inconvenientes citados pelo baixo fator de potência.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

b) Correção na entrada de energia de baixa tensão: Permite uma correção bastante significativa, normalmente com bancos automáticos de capacitores. Utiliza-se este tipo de correção em instalações elétricas com elevado número de cargas com potências diferentes e regimes de utilização pouco uniformes.

A principal desvantagem consiste em não haver alívio sensível dos alimentadores de cada equipamento.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

c) Correção por grupos de cargas: o capacitor é instalado de forma a corrigir um setor ou um conjunto de pequenas máquinas (<10 cv). É instalado junto ao quadro de distribuição que alimenta esses equipamentos. Tem como desvantagem não diminuir a corrente nas alimentadoras de cada equipamento.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

d) Corrente localizada: instalação dos capacitores junto ao equipamento que se pretende corrigir o fator de potência. Representa, do ponto de vista técnico, a melhor solução, com as seguintes vantagens:

- Reduz as perdas energéticas em toda a instalação;
- Diminui a carga nos circuitos de alimentação dos equipamentos;
- Pode-se utilizar em sistema único de acionamento para a carga e o capacitor, economizando-se um equipamento de manobra;
- Gera potência reativa somente onde é necessário.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

- Correção Mista: no ponto de vista "Conservação de Energia", considerando aspectos técnicos, práticos e financeiros, torna-se a melhor solução. Usa-se o seguinte critério de correção:
 - Instala-se um capacitor fixo diretamente no lado secundário do transformador;
 - Motores de aproximadamente 10 cv ou mais, corrige-se localmente (cuidado com motores de alta inércia, pois não se deve dispensar o uso de corrente para manobra dos capacitores sempre que a corrente nominal dos mesmos for superior a 90% da corrente de excitação do motor);
 - Motores com menos de 10 cv, corrige-se por grupos;
 - Redes próprias para iluminação com lâmpadas de descarga, usando-se reatores de baixo fator de potência, corrige-se na entrada da rede;
 - Na entrada instala-se um banco automático de pequena potência para equalização final.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

Eficientização Industrial

- Correção na Média Tensão:
- Desvantagens:
 - Inviabilidade econômica de instalar banco de capacitores automáticos;
 - Maior probabilidade da instalação se tornar capacitiva (capacitores fixos);
 - Aumento de tensão do lado da concessionária;
 - Aumento da capacidade de curto-circuito na rede da concessionária;
 - Maior investimento em cabos e equipamentos de baixa tensão;
 - Manutenção mais difícil;
 - Benefícios relacionados com a diminuição das correntes reativas nos cabos, trafos, etc., não são obtidos.

Programa de
Eficientização
Industrial



Eletrobrás 

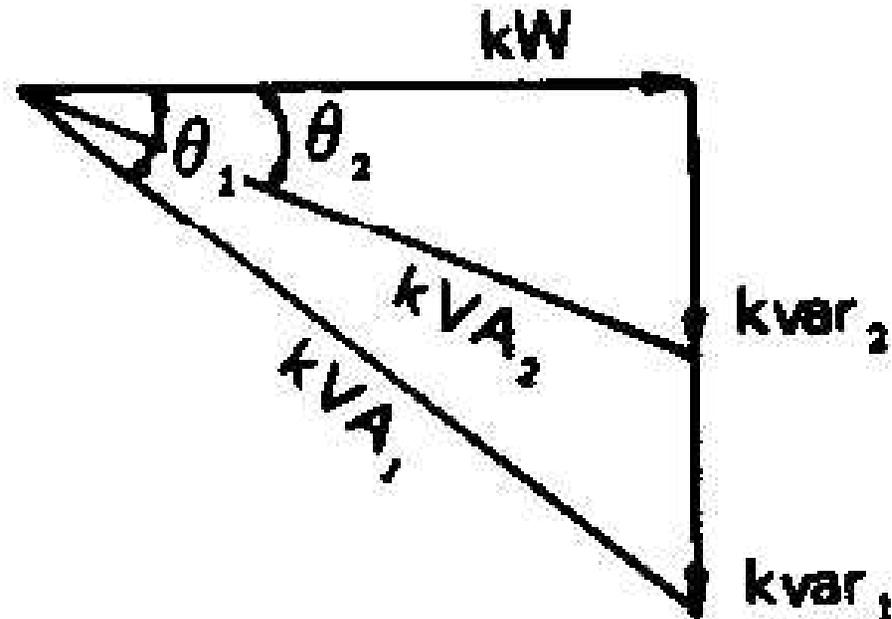
Local da Instalação do BC

- ⑩ Evitar exposição ao sol ou proximidade de equipamentos com temperaturas elevadas;
- ⑩ Não bloquear a entrada e saída de ar;
- ⑩ Os locais devem ser protegidos contra materiais sólidos e líquidos em suspensão (óleos, poeira, etc.);
- ⑩ Não instalar os capacitores próximos ao teto;
- ⑩ No caso de ventilação forçada, a circulação do ar deverá ser de baixo para cima.

Exemplos

- Uma carga de 930 kW, 380V e $FP=0,65$ (deseja-se corrigir o fator de potência para 0,92):
 - ⑩ Sem Correção do fator de potência:
 - ⑩ Potência Aparente Inicial = 1431 kVA;
 - ⑩ Corrente Inicial = 2174 A.
 - ⑩ Com Correção de fator de potência:
 - ⑩ Potência Aparente Final = 1011 kVA;
 - ⑩ Corrente Final = 1536 A.
- Neste caso poderá aumentar 41% de carga na instalação

Melhorando o FP



$$\text{kvar}_1 = \text{kW} \cdot \text{tg } \theta_1$$

$$\text{kvar}_2 = \text{kW} \cdot \text{tg } \theta_2$$

$$\text{kvar}_1 - \text{kvar}_2 = \text{kW} (\text{tg } \theta_1 - \text{tg } \theta_2)$$

Exemplo

- Carga Total da Instalação: 250 kW
- Fator de Potência atual: 70 % atrasado
- Dimensionar o Banco de Capacitor para não pagar excedente reativo
 - Pot Cap = kW (tg θ_1 - tg θ_2)
 - Pot Cap = 250 (tg45,57 - tg23,07)
 - Pot Cap = 250 (1,020 - 0,426) = 148,5 kvar
 - Deve-se instalar um banco de 150 kvar