

Faturamento de Reativo pelas Concessionárias de Energia Elétrica

Alexandre Saccol Martins e Gerson Gabiatti
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - CP Eletrônica S.A.
Rua da Várzea 379 – CEP: 91040-600 – Porto Alegre – RS – Brasil
Fone: (51)2131-2407 – Fax: (51)2131-2469
engenharia@cp.com.br
www.cp.com.br

Introdução

Tendo como objetivo a otimização do uso da energia elétrica no Brasil, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) em 1992, através do Decreto N° 479 elevou de 0,85 para 0,92 o fator de potência mínimo das instalações.

A Resolução ANEEL n° 456/2000 [1] define o fator de potência como um índice que mostra o grau de eficiência em que um determinado sistema elétrico está sendo utilizado. Esse índice pode assumir valores de 0 (zero) a 1 (um). Valores altos de FP, próximo de 1 (um), indicam o uso eficiente. Valores baixos evidenciam um mau aproveitamento.

Amparadas na resolução 456/2000 da ANEEL, as concessionárias começam a executar mudança na forma de faturamento das unidades horo-sazonais, passando a considerar a energia e demanda reativa excedente (FER e FDR) a cada hora, ao invés da forma mensal como era efetuada anteriormente. Via comunicado formal, as concessionárias de distribuição de energia estão progressivamente informando a mudança aos usuários. Bastando para isto a parametrização dos medidores eletrônicos.

Tarifação de Reativos

Pela legislação atual, o fator de potência de referência (f_r) é 0,92. Fator de potência mínimo autorizado pela Resolução da ANEEL. Clientes que tenham carga com fator de potência menor terão sua energia e/ou demanda reativa excedentes tarifadas na sua conta.

O artigo 65 da resolução da ANEEL 456/2000 define o faturamento de energia e demanda reativa excedentes para unidade consumidora faturada na estrutura tarifária horo-sazonal com medição a cada intervalo de 1 hora.

1- Faturamento de energia reativa excedente: FER

$$FER(p) = \sum_1^n \left[CA_t * \left(\frac{0,92}{f_t} - 1 \right) \right] * TCA(p)$$

CA_t = consumo de energia ativa medida em cada intervalo de 1 hora “t”, durante o período de faturamento;

f_t = fator de potência da unidade consumidora a cada intervalo de 1 hora;

$TCA(p)$ = tarifa de energia ativa aplicável ao horário “p”.

2- Faturamento da demanda de potência reativa excedente: FDR

$$FDR(p) = \left[\text{MAX}_{t=1}^n \left(DA_t * \frac{0,92}{f_t} \right) - DF(p) \right] * TDA(p)$$

DA_t = demanda medida no intervalo de integralização de 1 hora “t”, durante o período de faturamento;

$DF(p)$ = demanda faturável em cada posto horário “p” no período de faturamento;

$TDA(p)$ = tarifa de demanda de potência ativa aplicável ao fornecimento em cada posto horário “p”;

MAX = identifica o valor máximo em cada horário “p”.

Nas equações de $FER(p)$ e $FDR(p)$ são considerados apenas os fatores de potência “ft” inferiores a 0,92 indutivo ou capacitivo dependendo do período diário.

A lógica da mudança é faturar a quantidade de energia reativa que está sendo transportada no lugar de potência ativa. Por isso as tarifas aplicadas são as de demanda e consumo de ativos.

Os medidores de energia são posicionados na entrada da instalação elétrica de qualquer consumidor residencial ou corporativo. Focando no segundo segmento, por possuir diversidade de cargas em sua instalação, tais como: informática, equipamentos industriais, iluminação fluorescente e outros, têm incidência de cobrança sobre consumo de energia reativa. Cada um destes tipos de carga possui um fator de potência diferente, sendo muitas vezes abaixo do permitido pelas concessionárias.

Redução de Reativos

O impacto econômico para qualquer empresa em função do baixo fator de potência incide principalmente nos seguintes pontos:

- Custo adicional na conta de energia elétrica pelo excedente reativo FER e FDR;
- Perdas nos condutores e equipamentos;
- Redução da vida útil dos materiais;
- Desarmes intempestivos de disjuntores e parada da produção;
- Sobredimensionamento de condutores (especialmente o neutro);
- Queima de fusíveis devido à corrente excedente produzida pelas cargas;
- Elevação nos custos de instalação, uma carga com fator de potência 0,70 necessita de cabos com o dobro da seção comparado com fator de potência 1,00.

Com objetivo de trazer economia de recursos e racionalidade do uso da energia, empresas especializadas no tema indicam o uso de capacitores de polipropileno junto às cargas ou grupos de cargas para compensar o excedente reativo, via de regra indutivo.

Porém, esta solução simples somente pode ser utilizada se a parcela de carga não-linear da planta instalada for inferior a 20% do total das cargas [3]. Caso contrário, devido ao excesso de harmônicas, ficamos sujeitos a indesejável incidência de ressonâncias entre os capacitores CFP instalados e o restante do sistema, causando sobretensões e sobrecorrentes.

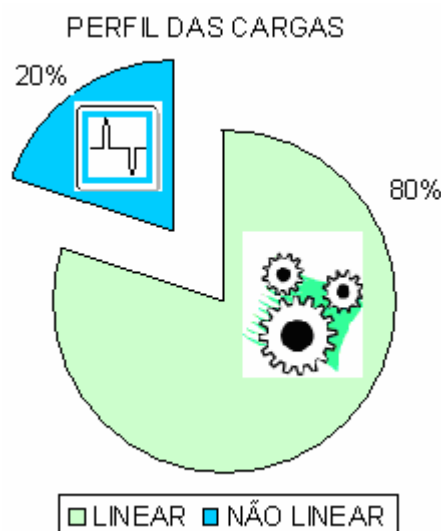


Fig.1: Divisão por perfil de cargas linear e não linear.

Os principais tipos de cargas não lineares são na maioria fruto do crescimento da eletrônica, como podemos citar:

- Microcomputadores;
- Nobreaks sem correção do fator de potência de entrada;
- Acionamentos de corrente contínua;
- Máquinas de solda elétrica;
- Retificadores;
- Fornos a arco e indução;
- Fontes chaveadas.

As empresas dos mais diversos segmentos contam com rede de microcomputadores, servidores e terminais de acesso que constituem um dos principais tipos de cargas não lineares visto pela rede. As cargas de informática apresentam tipicamente valores de fator de potência de entrada entre 0,65 e 0,8.

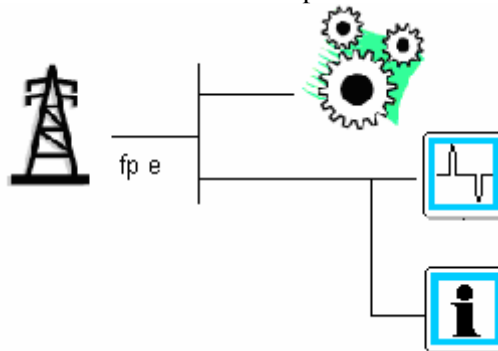


Fig.2: Divisão de por tipos de cargas em uma instalação industrial.

É sobre esta importante fatia das cargas que focaremos a partir de agora, a informática.

Nobreak e Elevação do Fator de Potência

Tendo a instalação equipamento(s) de proteção para a informática contra faltas de energia (nobreaks), a concessionária passa e “enxergar” o fator de potência de entrada destes equipamentos. Logo, torna-se irrelevante o fator de potência das cargas alimentadas na saída do nobreak. Importa agora avaliar se o fator de potência de entrada do equipamento instalado está acima do patamar mínimo ($fp > 0,92$) especificado pela ANEEL e por consequência pelas concessionárias de energia elétrica.

Alguns nobreaks com tecnologia on-line dupla conversão são capazes de corrigir o fator de potência da carga, porém aqueles que empregam tecnologia off-line não agregam este benefício para o cliente.

As famílias de nobreaks produzidas pela CP Eletrônica são do tipo on-line dupla conversão e possuem correção do fator de potência de entrada. Atendem, portanto, as exigências impostas por qualquer concessionária de energia elétrica no Brasil, tanto nas linhas de equipamentos monofásicas como trifásicas como mostra a tabela I:

TABELA I – Equipamentos da CP Eletrônica e fator de potência.

Família	Configuração de entrada	Fator de potência de entrada
BREAKLESS	Monofásico	0,99
FIT	Monofásico	0,99
TETRA	Trifásico	0,94
CLASSIC - DSP	Trifásico	0,95
TOP - DSP	Trifásico	0,95 (0,98 opcional)

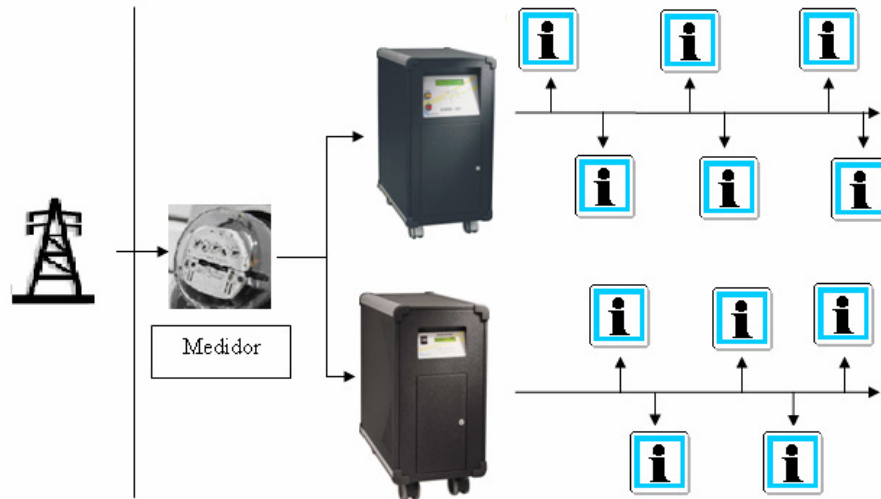


Fig.3: Nobreaks alimentando as cargas de informática de uma empresa.

A redução no fator de potência em uma instalação elétrica, devido ao crescimento da eletrônica de potência, origina-se no conteúdo harmônico produzido por este tipo de carga, também chamada de carga não linear [2].

Inserindo nobreaks de elevado fator de potência no sistema estaremos colocando uma “barreira” para os harmônicos. Pode-se utilizar nobreak único ou distribuição de equipamentos de menor porte por grupos de cargas. Ambas as soluções são válidas.

Exemplo Numérico

O acréscimo de valores na despesa de energia provocada pela taxação de reativo é simulada com as seguintes considerações para um dia útil:

- Uma empresa que possui contrato o qual leva em conta demanda reativa de energia;
- Período de avaliação de 1 dia útil;
- A carga alimentada é formada por perfil industrial, iluminação e informática;
- Foi considerado uma jornada entre 8hs às 18hs;
- Demanda/Consumo ativo constante: Potência=50kW e Energia=50kWh;
- Demanda/Consumo da carga de informática: 10kW / 10kWh
- Tarifas aplicáveis: $TCA = R\$ 0,131799$ e $TDA = R\$ 9,369514$

A distribuição das cargas é separada em pelo menos dois perfis distintos, industrial (motores e iluminação com fp típico de 0,95) e informática (fp típico de 0,7). A combinação destas é medida pela concessionária como fp e.

Situação 1: Carga de informática ligada diretamente na rede.

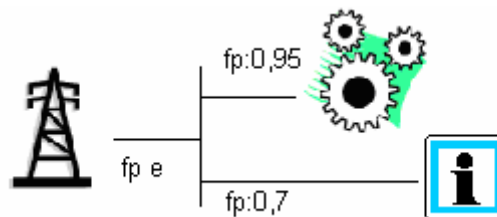


Fig.4: Esquemático da situação 1.

Situação 2: Carga de informática alimentada por um nobreak com fator de potência de entrada 0,95. Este é o fator de potência que a concessionária passa a “enxergar” da carga de informática.

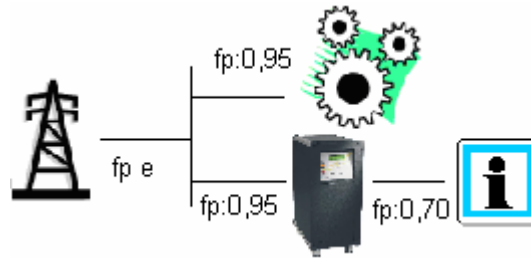


Fig.5: Esquemático da situação 2.

Ao longo de um dia útil, o aparelho eletrônico de medida de energia registra a cada hora um dado valor de fator de potência para cada uma das situações como mostra o gráfico 1.

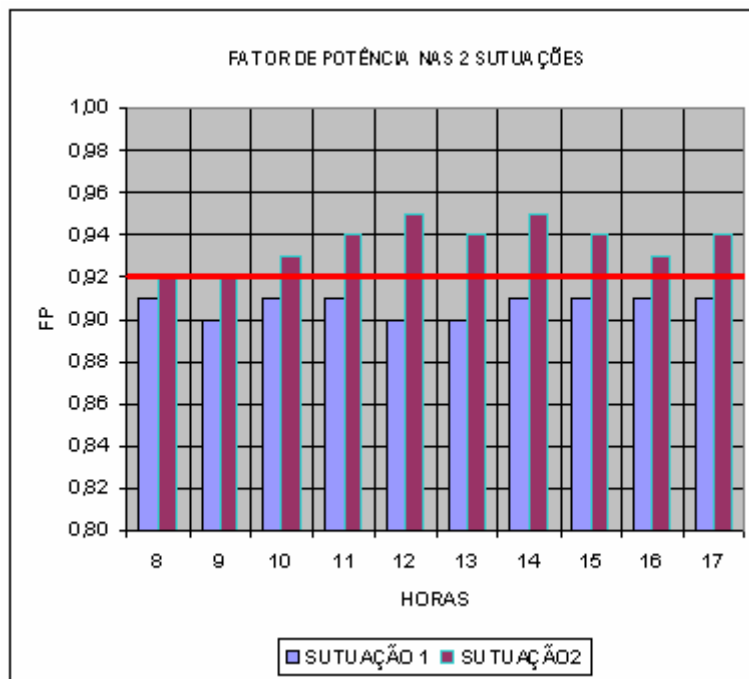


Fig.6: fator de potência.

Segue o registro a cada hora do faturamento de demanda e energia reativa em Reais.

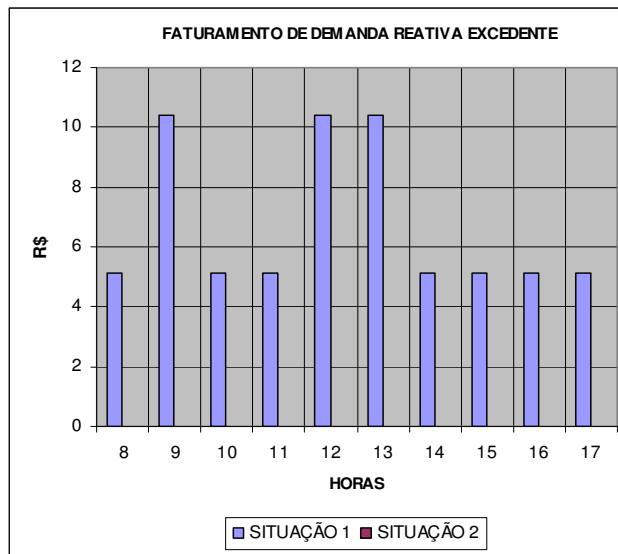


Fig.7: Faturamento de demanda reativa.

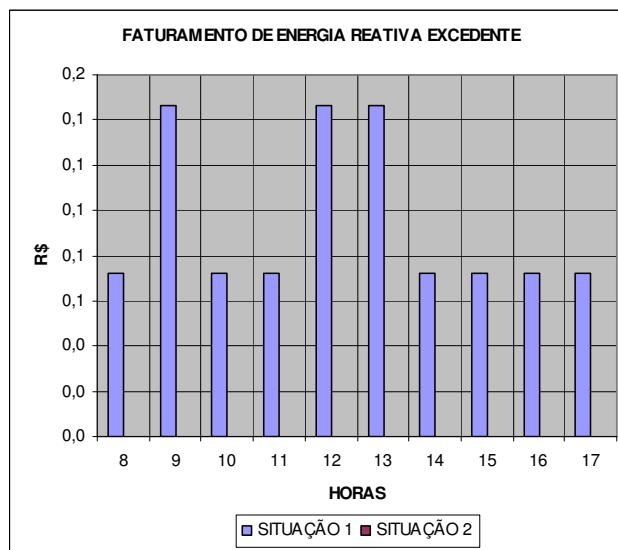


Fig.8: Faturamento de energia reativa.

Resultado

Considerando os dois diferentes cenários apresentados, a empresa terá ao final de um dia de trabalho o seguinte registro de acréscimo de valor na fatura de energia:

TABELA II – COMPARATIVO SITUAÇÃO 1 E 2.

SITUAÇÃO 1	SITUAÇÃO 2
FER = R\$ 0,95	FER = R\$ 0,00
FDR = R\$ 67,26	FDR = R\$ 0,00
DESPESA TOTAL = R\$ 68,21 / dia	DESPESA TOTAL = R\$ 0,00 / dia

Com estes valores é possível realizar cálculos de mais longo prazo tomando este dia como parâmetro.

Tomando como base 250 dias úteis em um ano, a empresa na situação 1 estaria sujeita a uma despesa anual de R\$ 17.000,00 para uma demanda média de 50kW como foi mostrado neste exemplo. Este valor que iria para a conta da concessionária poderia ser aplicado em uma configuração conforme situação 2.

Mesmo admitindo que o usuário vá pagar pelo rendimento do nobreak (90%), este é conhecido e apresentado em catálogo. Na situação 2 teremos uma potência de 1kW a mais sendo necessária para a operação que acarretará em um custo adicional de: $1\text{kWh} * \text{R\$ } 0,131799/\text{kWh} = \text{R\$ } 0,131799$ a cada hora, assim teremos um gasto aproximado de R\$ 3,00 / dia e R\$ 90,00 / mês, definido e conhecido.

De forma diferente, se o fator de potência do consumidor estiver abaixo do mínimo estabelecido pela ANEEL, o valor cobrado incidirá sobre consumo e demanda ativo da instalação no período de registro e terá drástica variação de acordo com o fator de potência, portanto bastante variável.

Exemplo de uma empresa livre cobrança de excedentes reativos

Uma empresa possui contrato de fornecimento de energia com tarifa horo-sazonal. O perfil da carga é composto principalmente por:

- Testes equipamentos eletrônicos;
- Rede de informática alimentada por nobreak com fator de potência de entrada de 0,94;
- Iluminação com fator de potência 0,93;
- Ar condicionado;

Durante dois dias foram registradas as leituras do fator de potência a cada hora, ficando evidente que esta empresa atende a resolução ANEEL e fica livre de taxaço de reativos para fator de potência abaixo de 0,92 durante a jornada diária de trabalho.

Devemos creditar este resultado satisfatório principalmente ao fato da empresa possuir uma rede de computadores protegida por nobreak de elevado fator de potência visto pela concessionária. Caso contrário, em certos horários a rede de computadores arrastaria o sistema para a região indesejável de tarifa sobre reativo.

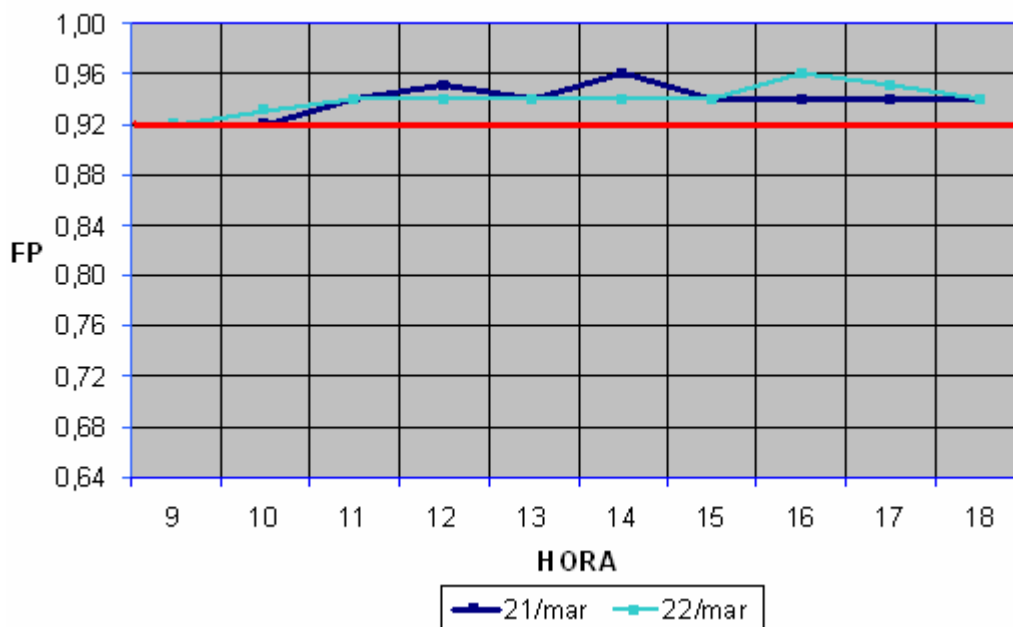


Fig.9: Leituras de fator de potência para os dias 21 e 22 de março de 2007.

O resultado embora satisfatório para o período em que a empresa estava em horas úteis de trabalho, degrada quando o consumo de energia é drasticamente reduzido em horário noturno ou finais de semana, com um baixo fator de potência para uma baixa demanda.

Foi aplicada correção passiva adicional através de banco de capacitores no barramento de alimentação. O acréscimo de performance do dia 28 de março em diante somente foi possível

porque a parcela de cargas não lineares com elevado conteúdo harmônico é inferior a 20%, logo a correção passiva simples não introduz oscilações de tensão e corrente.

Este valor reduzido de harmônicas é sempre garantido pelo agrupamento de toda a carga de informática, não linear, através de proteção via nobreak com elevado fator de potência de entrada.

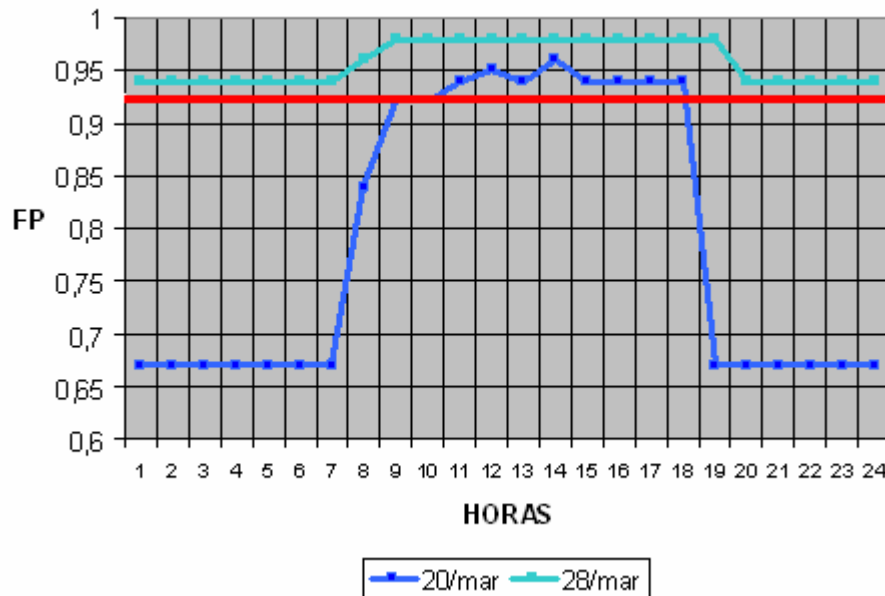


Fig.10: Fator de potência para os dias 20 e 28 de março de 2007.

Conforme o gráfico 10, a empresa sempre estará livre da cobrança sobre excedente reativo a partir do dia 28 de março.

A fatura de energia elétrica mostra o valor zero para o consumo (UFER) de energia reativa excedente no período de um mês.

HSA SUBGRUPO A4 (2,3 A 25 KV) INDUSTRIAL				Tensão Contratada Limites adequados de Inferior 13,00 Super	
Produto	Constante	Leitura Anterior 03 ABRIL	Leitura Atual 03 MAIO	Valor	
kWh P	0,0002	858674	932616	1213	
kWh FP	0,0002	422999	438280	25061	
kW P	0,0008	601	600	39	
kW FP	0,0008	2182	2660	174	
kW Ultrap. P				9	
UFER P	0,0002	475895	475895	0	
UFER FP	0,0002	41496	41496	0	
DMCR P	0,0002	1749	1750	29	
DMCR FP	0,0002	7542	8960	147	

Fig.11: Fatura de energia elétrica.

Conclusão

Observando a Resolução ANEEL nº 456/2000, o segmento corporativo necessita cada vez mais levar em consideração o fator de potência da instalação elétrica, sob pena de ver aumentado os custos mensais com a fatura de energia elétrica.

As cargas de informática, com elevado conteúdo harmônico e baixo fator de potência, contribuíram de forma decisiva para a degradação do fator de potência geral da instalação e sujeito a cobrança adicional.

Nobreak on-line de dupla conversão com correção do fator de potência de entrada protege contra faltas de energia e anormalidades da rede pública. É acrescido a isto o benefício de, na composição de cargas, estar livre de penalidades na fatura de energia elétrica mensal sobre excedente de consumo reativo para fator de potência abaixo de 0,92.

A empresa que agregar nobreak(s) de elevado fator de potência ao sistema terá benefícios tarifários e facilidade para elevar o fator de potência global com o emprego de técnicas convencionais, tal como o uso de bancos de capacitores.

Referências

[1] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000.

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2000456.pdf>

[2] BONAN,G.;GABIATTI,G.;MARTINS, A.S; *Entendendo o Fator de Potência* -

http://www.cp.com.br/artigos/fator_de_potencia.pdf

[3] WEG – *Manual para Correção do Fator de Potência* -

<http://catalogo.weg.com.br/FILES/Artigos/25-64.pdf>