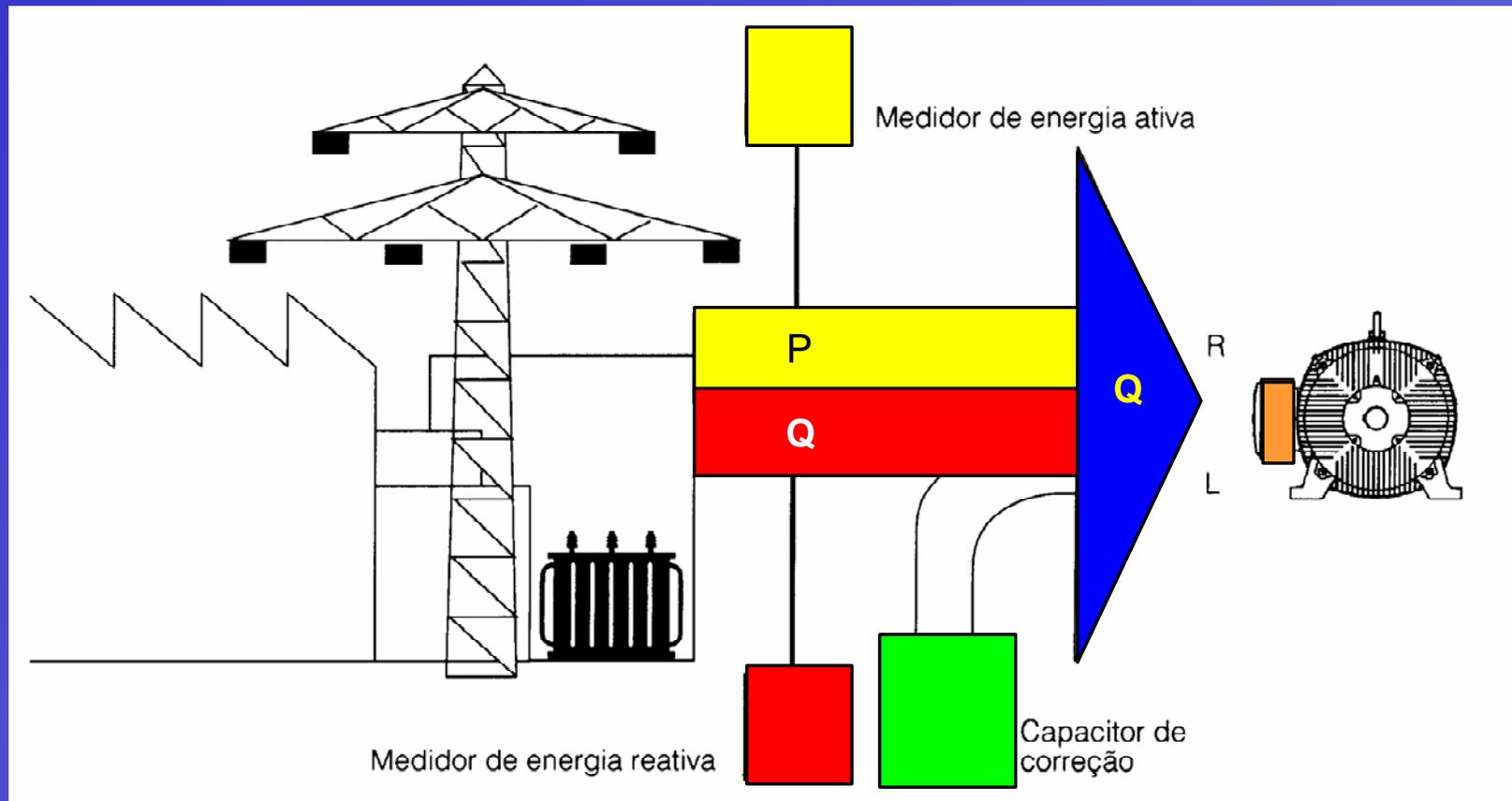


FATOR DE POTÊNCIA



Prof. Dr. José Angelo Cagnon
Outubro - 2007

FATOR DE POTÊNCIA

- A legislação brasileira permite às concessionárias calcular as faturas em função do:
 - (a) consumo (kWh) ,
 - (b) demanda (kW),
 - (c) fator de potência e
 - (d) diferentes tipos de tarifas.

FATOR DE POTÊNCIA

→ Os consumidores são classificados pelo nível de tensão:

- **Consumidores com tensão < de 2300V com nível de tensão (220/127):** residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residências e boa parte dos edifícios comerciais.

GRUPO B

FATOR DE POTÊNCIA

→ Os consumidores são classificados pelo nível de tensão:

- Consumidores com tensão $>$ de 2300V com nível de tensão (13,8 kV): indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais

GRUPO A

FATOR DE POTÊNCIA

■ CONSUMO

➔ Refere-se ao registro do quanto de energia elétrica foi consumida durante determinado período.

Medido em **kWh** (quilo watts hora).

FATOR DE POTÊNCIA

- **DEMANDA** : É a potência instalado em um determinado instante. (medido em 15 minutos).
- **DEMANDA REGISTRADA**: É a maior demanda registrada em intervalos de 15 minutos no período de medição.
- **DEMANDA CONTRATADA**: É o valor limite de demanda a ser adotada pela instalação

Medido em **kW** (quilo watts).

FATOR DE POTÊNCIA

TARIFAS DE ENERGIA

Resolução 456 da Agência Nacional de Energia Elétrica .
ANEEL, publicada no Diário Oficial em 29 de novembro de
2000.

- **TARIFA MONÔMIA:** É cobrado apenas pela Energia que Consome (GRUPO B)
- **TARIFA BINÔMIA:** É cobrado a Demanda + Energia que Consome (GRUPO A)

FATOR DE POTÊNCIA

GRUPO A

Subgrupos	Tensão de Fornecimento
A1	≥ 230 kV
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 kV a 44 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

FATOR DE POTÊNCIA

Estrutura Horo-Sazonal

Estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas **diferenciadas** de consumo de energia elétrica (kWh) e de demanda de potência (kW) de acordo com as **horas de utilização do dia e dos períodos do ano.**

Essa estrutura é específica para unidades consumidoras do Grupo A.

FATOR DE POTÊNCIA

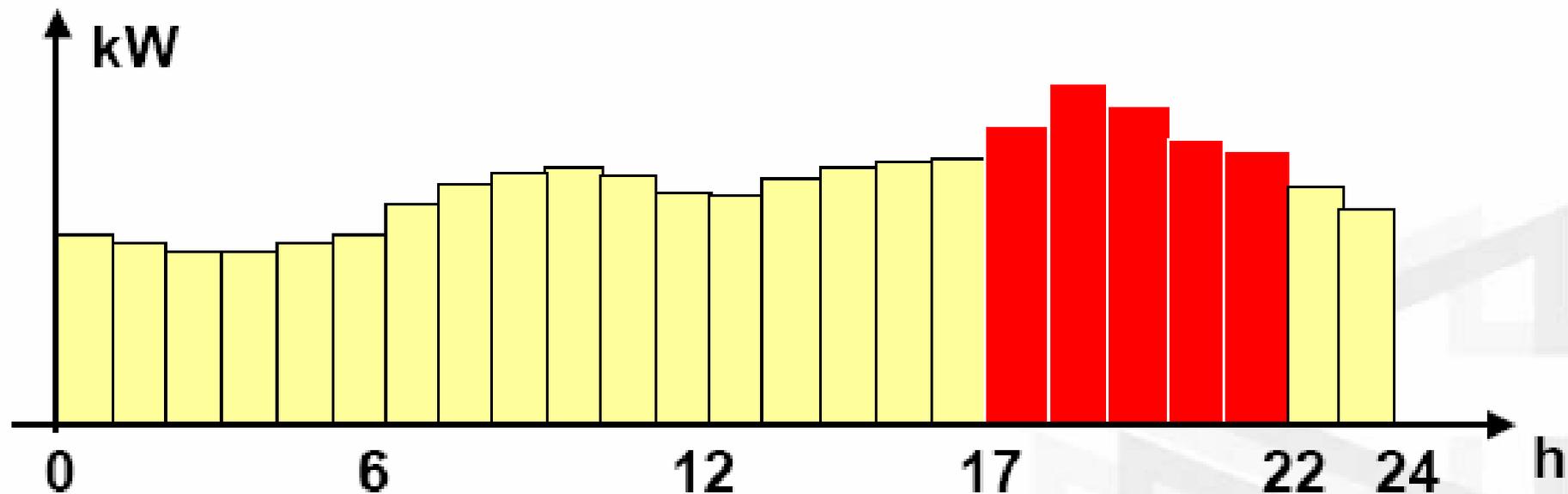
■ HORÁRIO DE PONTA E FOR A DE PONTA

✓ **Horário de Ponta:** corresponde ao intervalo de tempo composto de **3 (três)** horas consecutivas, definido pela Empresa, exceção feita aos **sábados, domingos**, e feriados definidos por lei federal.

✓ **Horário de Fora de Ponta:** período composto pelo conjunto das horas complementares às **3 (três)** horas consecutivas definidas no horário de ponta.

FATOR DE POTÊNCIA

- HORÁRIO DE PONTA E FORA DE PONTA**



FATOR DE POTÊNCIA

■ TARIFA CONVENCIONAL

Modalidade tarifária, estruturada para aplicação de um **preço único** de demanda de potência e de consumo de energia elétrica.

✓ **DEMANDA CONTRATADA**: independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou período do ano (seco ou úmido). **demanda contratada deverá ser \leq a 300 kW**

Desde que não tenham ocorrido, nos 11 meses anteriores, 3 (três) registros consecutivos ou 6 (seis) registros alternados de demanda superior a 300 kW.

FATOR DE POTÊNCIA

■ TARIFA CONVENCIONAL

- ✓ **ULTRAPASSAGEM** é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada.

$$P_{\text{ultrapassagem}} = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} - \text{Demanda Contratada})$$

FATOR DE POTÊNCIA

■ TARIFA VERDE

Tarifa Verde

Modalidade tarifária, estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica (kWh) de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano e de uma tarifa única de demanda de potência.

- ✓ **DEMANDA CONTRATADA**: independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) com diferenciação para período do ano (seco ou úmido).
- ✓ **CONSUMO**: diferenciação para os horários de ponta (p) e fora de ponta (fp) e períodos do ano (seco ou úmido).

MODALIDADES TARIFÁRIAS E TARIFAÇÃO

■ TARIFA VERDE

- ✓ **ULTRAPASSAGEM** é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada.

$$P_{\text{ultrapassagem}} = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} - \text{Demanda Contratada})$$

MODALIDADES TARIFÁRIAS E TARIFAÇÃO

■ TARIFA AZUL

Tarifa Azul

Modalidade tarifária, estruturada para aplicação de **tarifas diferenciadas** de consumo de energia elétrica (kWh) de acordo com as **horas de utilização do dia e os períodos do ano** e de tarifas de demanda de potência (kW), de acordo com as **horas de utilização do dia**.

✓ **DEMANDA CONTRATADA**: contrato específico no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta - p) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta - fp). Valores diferentes para o período seco e para o período úmido.

MODALIDADES TARIFÁRIAS E TARIFAÇÃO

■ TARIFA AZUL

✓ **CONSUMO**: diferenciação para os horários de ponta (p) e fora de ponta (fp) e períodos do ano (seco ou úmido).

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{Demanda Contratada na Ponta} + \text{Tarifa de Demanda fora de Ponta} \times \text{Demanda Contratada fora de Ponta}$$

$$P_{\text{consumo}} = \text{Tarifa de Consumo na ponta} \times \text{Consumo Medido na Ponta} + \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \times \text{Consumo Medido fora de Ponta}$$

$$P_{\text{ultrapassagem}} = \text{Tarifa de Ultrapassagem na Ponta} \times (\text{Demanda Medida na Ponta} - \text{Demanda Contratada na Ponta}) + \text{Tarifa de Ultrapassagem fora de Ponta} \times (\text{Demanda Medida fora de Ponta} - \text{Demanda Contratada fora de Ponta})$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

✓ TARIFICAÇÃO DE ENRGIA REATIVA:

- Não é cobrado para o Grupo **B**
- É cobrado para o Grupo **A** , quando o fator de potência for **< 0,92 (reativo ou indutivo)**

TARIFA CONVENCIONAL

$$\text{FER} = \text{Tarifa de Consumo} \times \text{UFER}$$

$$\text{FDR} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{UFDR}$$

(**FER**: Faturamento de Energia Reativa - **FDR**: Faturamento de Demanda Reativa)

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

TARIFA VERDE

$$\text{FER} = \text{Tarifa de Consumo na Ponta} \times \text{UFER na Ponta} + \\ \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \times \text{UFER fora de Ponta}$$

$$\text{FDR} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{UFDR}$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

TARIFA AZUL

$$\text{FER} = \text{Tarifa de Consumo na Ponta} \times \text{UFER na Ponta} + \\ \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \times \text{UFER fora de Ponta}$$

$$\text{FDR} = \text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{UFDR na Ponta} + \\ \text{Tarifa de Demanda fora de Ponta} \times \text{UFDR fora de Ponta}$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CALCULO DO FER - FDR

$$FER(p) = \sum_{t=1}^n \left[CA_t \times \left(\frac{fr}{f_t} - 1 \right) \right] \times TCA(p)$$

$$FDR(p) = \left[\underset{t=1}{MAX}^n \left(DA_t \times \frac{fr}{f_t} \right) - DF(p) \right] \times TDA(p)$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Planilha da CPFL

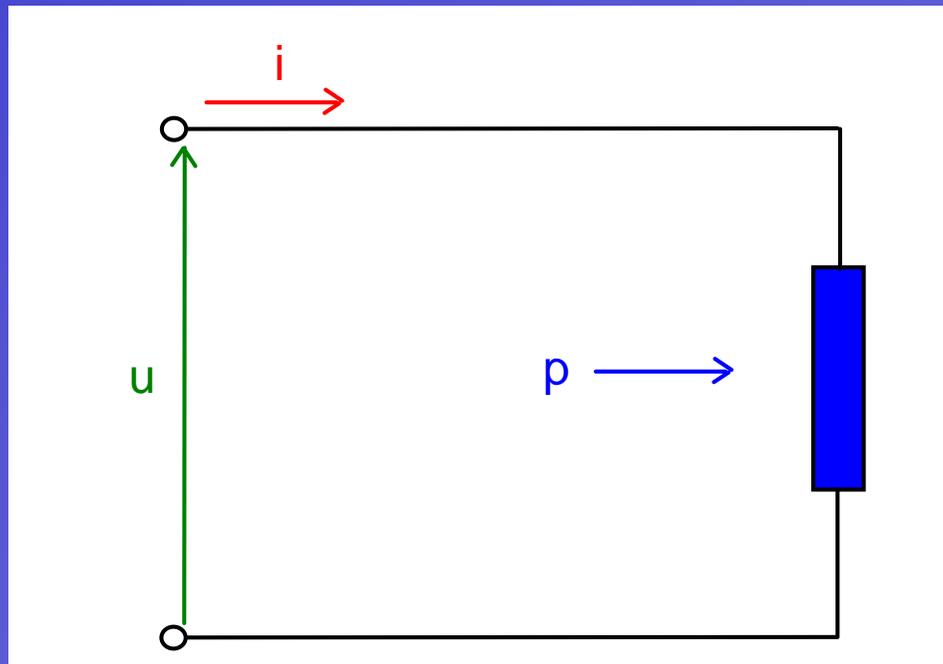
DIA	HORÁRIO	PERÍODO	kW	kVAr	FP/15MIN.	FP/HORA	DMCR
01/05/97	00:00	F	937	296	95	95	0
01/05/97	00:15	F	931	294	95		
01/05/97	00:30	F	933	294	95		
01/05/97	00:45	F	931	294	95		
01/05/97	01:00	F	931	296	95	100	0
01/05/97	01:15	F	933	294	95		
01/05/97	01:30	F	975	311	95		
01/05/97	01:45	F	977	309	95		
01/05/97	02:00	F	977	309	95	100	0
01/05/97	02:15	F	975	307	95		
01/05/97	02:30	F	977	309	95		
01/05/97	02:45	F	975	307	95		
01/05/97	03:00	F	933	298	95	100	0
01/05/97	03:15	F	933	300	95		
01/05/97	03:30	F	933	298	95		
01/05/97	03:45	F	933	300	95		
01/05/97	04:00	F	941	300	95	100	0
01/05/97	04:15	F	943	301	95		
01/05/97	04:30	F	933	294	95		
01/05/97	04:45	F	931	294	95		
01/05/97	05:00	F	931	294	95	100	0
01/05/97	05:15	F	933	294	95		
01/05/97	05:30	F	814	246	95		
01/05/97	05:45	F	515	113	97		
01/05/97	06:00	F	515	113	97	100	0

DEFINIÇÕES

POTENCIA ATIVA

UNIDADE = W

$$\rightarrow p = ui$$



DEFINIÇÕES

POTENCIA REATIVA

UNIDADE = Var

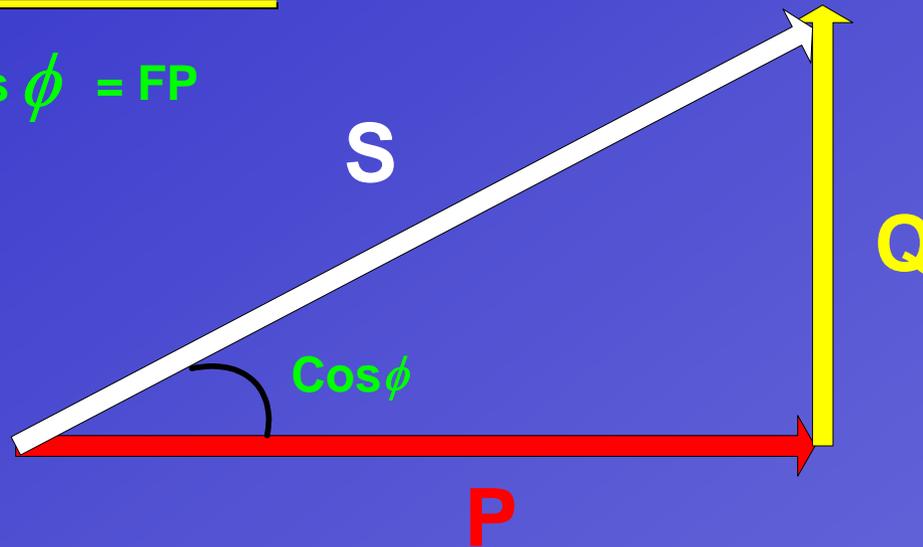
POTENCIA REATIVA

UNIDADE = VA

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

✓ FATOR DE POTÊNCIA

$$\text{Cos } \phi = \text{FP}$$



✓ POTÊNCIA REATIVA : VAR - KVAR

✓ ENERGIA REATIVA : KVARh - kQh

DEFINIÇÕES

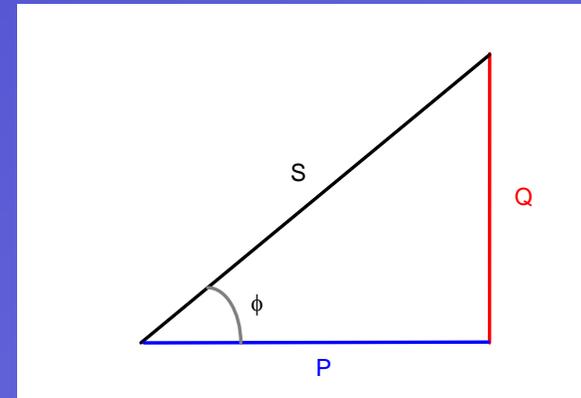
FATOR DE POTÊNCIA

UNIDADE = sem unidade

$$FP = \frac{P}{S}$$

$$\frac{Q}{P} = \frac{1}{\operatorname{tg}\phi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Calculo do fator de Potência - CPFL

$$kVarh = \frac{2kQh - kWh}{\sqrt{3}}$$

$$FP = \frac{kWh}{kVAh}$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

**FDR = FATURAMENTO
DE DEMANDA REATIVA
EXCEDENTE**

$$DMCR = \frac{0,92}{FP} \times kW (media)$$

$$FDR = DMCR - DEM.FATURADA$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

FER = UNIDADE DE FATURAMENTO
DE ENERGIA REATIVA EXCEDENTE

$$\text{FER} = \frac{(0,92 - 1)}{\text{FP}} \cdot \text{kWh (media)}$$

ATENÇÃO: todas unidades são faturadas na
ponta e fora de ponta

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Calculo do fator de Potência - CPFL

	kWh	kQh/Kvarh
	5567	5086
	5446	4844
	5581	5098
	5337	4787
Total	21.931	19.815
Média	5.482,75	4.953,75

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Calculo do fator de Potência - CPFL

$$\text{kVarh} = \frac{(2 \times 4953,75) - 5482,75}{\sqrt{3}} = 2554,63$$

$$FP = \frac{5482,75}{\sqrt{5482,75^2 + 2554,62^2}} = 0,9064$$

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Calculo do fator de Potência - CPFL

$$DMCR = \frac{0,92}{0,9064} \times 5482,75 = 5564,79$$

$$FDR = DMCR - DEM.FATURADA$$

$$DER = 5564,79 - 6000 = \text{NEGATIVO}$$

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

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

Calculo do fator de Potência - CPFL

$$FER(p) = \sum_{t=1}^n \left[CA_t \times \left(\frac{f_r}{f_t} - 1 \right) \right] \times TCA(p)$$

$$FER = \frac{(0,92 - 1)}{0,9064} \times 5482,75 = 82,04$$



Companhia Paulista de Força e Luz
 Rod Campinas - Mogi-Mirim Km 2,5 nº 1755
 CEP 13088-900 - Campinas - SP
 Inscrição Estadual 244.163.955.115
 Inscrição CNPJ 33.050.196/0001-88

Elétrica
 e Única

17/2000

17 de 1

Nome/Razão Social
 CENTRO DE SAUDE DE BAURU

Unidade Consumidora
 0004541944

Conta Mês
 07/2000

Vencimento
 27/07/2000

Descrição da conta nº 20000700855536

	Registrado	Contratado	Faturado	Tarifa/Preço	Valores Faturados
DEMANDA DE POTENCIA - KW	79		86	6,200000	533,20
CONSUMO FATURADO KWH	17040		17040	0,090780	1.546,89
REATIVO EXCEDENTE - FER KWH	0		0	0,090780	0,00
FATOR DE POTENCIA			0,93		
DEMANDA REATIVA EXCEDENTE - FDR KW	0		0	6,200000	0,00
SUBTOTAL					2.080,09
TAXAS DIVERSAS					1,93
MULTA POR ATRASO DE PAGAMENTO CONTA					79,03
TOTAL CPFL					2.161,05
ARREDONDAMENTO ANTERIOR					0,03
ARREDONDAMENTO ATUAL					(-) 0,08

PROV
 000011/00/110



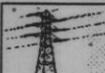
Total A Pagar Até Vencimento
 Total A Pagar Após Vencimento

*****2.161,00

ICMS - Base de Cálculo

Alíquota

Valor do ICMS



Dados da Leitura

Data Leitura Anterior 09/06/2000

qtde dias

Data Apresentação

12/07/2000

Taxa de Perda 0,0

Data Leitura Atual 11/07/2000

32

Data Prevista Próxima Leitura 11/08/2000

Nº Medidor

ENERGIA ATIVA 400000610

ENERGIA REATIVA 00J594840

Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença
4143	4214	240,00000	71	72,68	73,01	240,00000	0,33	2906	2935	240,00000	29



Companhia
Fornecedor de
Força e Luz

Rod. Campinas - Mogi-Mirim Km 2,6 no 1766
CEP 13095-061 - Campinas - SP
Inscrição Estadual: 244.163.966.116
Inscrição CGC(MF): 33.050.195/0001-88

Nota Fiscal/Conta de Fornecimento de Energia Elétrica
Nº 00631857
Série Única

Nome:
Nome Fornecedor:
Endereço: R. ...
Sub-barro:
Inscrição no CGC (MF) no: 44991743000146
Inscrição Estadual N.º:
Seq: 1 | Tip: H | Taxa Perdas: 2,5

Demanda/Ponto Registrado: 187 | Concretado: 190 | Histórico: d | 2 | Demanda Fora Ponto Registrado: 0 | Concretado: 0 | Histórico: | 0 | 0

Consumo/Ponto Registrado: 8112 | Concretado: | CD: | Consumo Fora Ponto Registrado: 55973 | Concretado: | CD: | Retorno/Ponto Registrado: 5729 | Retorno Fora Ponto Registrado: 40675

Histórico Demanda/Fora Ponto ou Consumo	Unidade	N.º Medidor	Constante	Leitura Anterior	Leitura Atual	Diferença
187	180 KWH	400369540	160	02129	02520	00391
181	167					
181	178 KW	400369540	160	00000	00000	00000
180	177					
186	173 KQH	400369338	160	01476	01759	00283
176	168					

Médo de Consumo 11 Meses: 67550 | 3 Meses: 69687 | Período: 11/09 | Dias: 10/10 | Data Faturamento: 10/10/97 | % Acréscimo: 2,00 | Acréscimo por Dia: | Total de Acréscimo: 142,75

N.º de Conta: 19971000633538 | CPA: | N.º UC: 0004094310 | Abidade: 02680 | Cód. Classificação: 020150603 | ICMS Base de Cálculo: 7.137,46 | Alíquota %: 18,00 | Valor: 1.284,74

7.149,95	7.137,46	1.284,74	12,49
----------	----------	----------	-------

AT.CONF.PORT. 33 - 11/02/88 E PORT 1569 DE 23/12/93 -THS VERDE

OLHE COM CARINHO O EXCEPCIONAL, COLABORE COM A APAE - F.223-2834

ESTA CONTA DEVERA SER PAGA EM QUALQUER BANCO.APOS VENCIMENTO,
SOMENTE NO BANCO INDICADO NA FICHA DE COMPENSACAO.

BB 0037020054 151097

7.149,95RC02350



Companhia Paulista de Força e Luz
 Rod Campinas - Mogi-Mirim Km 2,5 nº 1755
 CEP 13088-900 - Campinas - SP
 Inscrição Estadual 244.163.955.115
 Inscrição CNPJ 33.050.196/0001-88

Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica
 Nº 00000001567254 Série Única

Data de Emissão 20/12/2000

Folha 1 de 1

Nome/Razão Social
 A.W. FABER-CASTELL S.A.

Unidade Consumidora
 0002090775

Conta Mês
 12/2000

Vencimento
 26/12/2000

Descrição da conta nº 20001201561930

	Registrado	Contratado	Faturado	Tarifa/Preço	Valores Faturados
DEMANDA DE POTENCIA NA PONTA - KW	1306	1400	1400	16,360000	22.904,00
DEMANDA FORA DE PONTA - KW	1685	1700	1700	5,450000	9.265,00
CONSUMO NA PONTA - KWH	61827		61827	0,099440	6.148,08
CONSUMO FORA DE PONTA KWH	609680		609680	0,045150	27.527,05
REATIVO EXCEDENTE PONTA - FER P	0		0	0,099440	0,00
REATIVO EXCEDENTE F PONTA - FER FP	0		0	0,045150	0,00
DEM REATIVA EXCEDENTE PONTA/FDR KW	0		0	16,360000	0,00
DEM REATIVA EXCEDENTE FP - FRD KW	0		0	5,450000	0,00
DEMANDA MAXIMA CORRIGIDA NA PONTA	1237				
DEMANDA MAXIMA CORRIGIDA FORA PONTA	1581				
ICMS					14.453,59
SUBTOTAL					80.297,72
TOTAL CPFL					80.297,72



Total A Pagar Até Vencimento

*****80.297,72

Total A Pagar Após Vencimento

*****81.903,67

ICMS - Base de Cálculo	Alíquota	Valor do ICMS
80.297,72	18,00%	14.453,59



Dados da Leitura

Data Leitura Anterior 22/11/2000

qtde dias

Data Apresentação

21/12/2000

Taxa de Perda 0,0

Data Leitura Atual 20/12/2000

28

Data Prevista Próxima Leitura 19/01/2001

Nº Medidor

ENERGIA ATIVA 400442426

ENERGIA REATIVA 400442426

	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante	Diferença
PONTA	670430	824997	0,40000	154567	14688	15504	1,60000	816	851844	904212	0,40000	52368
FORA PONTA	229366	244608	40,00000	15242	17383	18436	1,60000	1053	56408	60178	40,00000	3770

Autenticação Mecânica no Verso

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

PROBLEMAS DO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA:

- ✓ **SOBRECARGA NO SISTEMA**
- ✓ **MENOR RENDIMENTO E DESGASTE DE MÁQUINAS**
- ✓ **SOBRETAXAS NO IMPORTE TARIFÁRIO**

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CAUSAS DO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA:

- ✓ Motores de indução operando a vazio ou sobrecarregados
- ✓ Transformadores de indução operando a vazio ou com pequenas cargas
- ✓ Lâmpadas de descarga
- ✓ Grande quantidade de motores de pequena potência
- ✓ Outros equipamentos- fornos de arco em operação transformadores para solda, equipamentos eletrônicos, condicionadores de ar tipo janela.

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

MÉTODOS DE CORREÇÃO DO POTÊNCIA:

- ✓ **Através do aumento do consumo de energia ativa**
- ✓ **Utilizando máquinas síncronas**
- ✓ **Utilizando capacitores**

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

BENEFÍCIOS DA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA:

Quando o Fator de Potência é corrigido e elevado para 0,92 ou mais, a empresa passa a utilizar energia da forma mais correta e econômica. Veja por quê:

- ✓ **Redução das perdas de energia**
- ✓ **Redução dos custos de energia elétrica**
- ✓ **Liberação da capacidade do sistema**

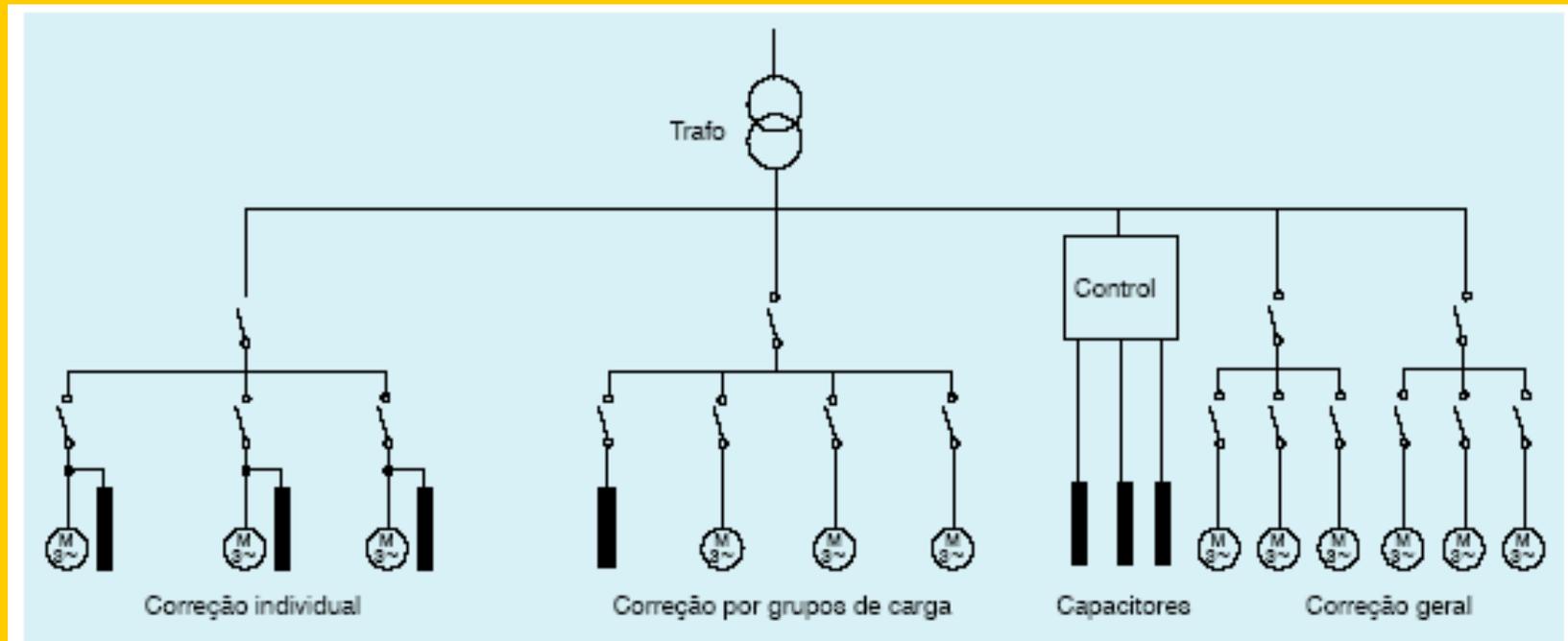
ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CONDUTOR x FATOR DE POTÊNCIA

SEÇÃO RELATIVA	FATOR DE POTÊNCIA
1,00	1,00
1,23	0,90
1,56	0,80
2,04	0,70
2,78	0,60
4,00	0,50
6,25	0,40
11,10	0,30

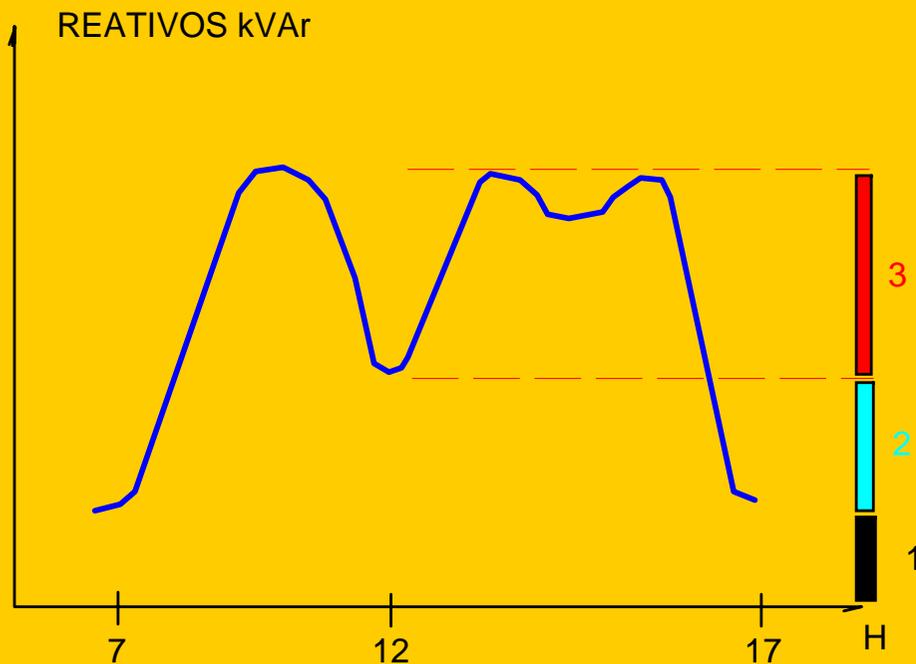
ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA:



ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA:



- REATIVOS CARGAS FIXOS ININTERRUPTA
- REATIVOS CARGAS FIXAS C/ PERÍODO FUNCIONAMENTO 7-17 h
- REATIVOS CARGAS VARIÁVEIS

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

AVALIAÇÃO DO SISTEMA

- ✓ levantamento de dados junto á indústria seja o mais criterioso possível
- ✓ maior número de informações sobre as instalações elétricas do consumidor,
- ✓ diagrama unifilar das instalações elétricas da MT e BT (as biult)
- ✓ medições em pontos estratégicos : **Tensão, Corrente, Potência Ativa, Potência Reativa, Potência Aparente, Fator de Potência, Conteúdo de Harmônico**

ENERGIA REATIVA E O FATOR DE POTÊNCIA

CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

DADOS OBTIDOS JUNTO A CONCESSIONÁRIA

- ✓ **Contrato de fornecimento de energia,**
- ✓ **dados de consumo e demanda, de pelo menos dos últimos 12 ,**
- ✓ **curva de carga,**
- ✓ **variações de causas diversas**