

Qualidade de Energia

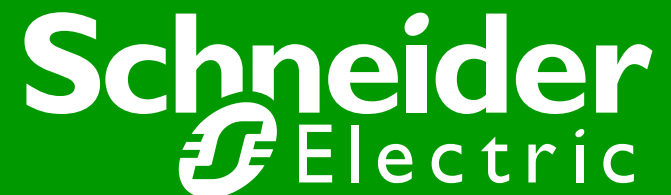
Make the most of your energy



Compensação de Energia Reactiva

*Módulo I : Compensação de energia reativa –
princípios, tipos, modos e cálculo*

Por: Ana Paula Santos



Compensação de energia reativa



Sumário

1. *Introdução*
2. *Enquadramento técnico e regulamentar*
3. *Princípio da compensação de energia reativa*
4. *Como realizar a compensação de energia reativa*
5. *Tipos de compensação*
6. *Cálculo da compensação energia reativa*
7. *Compensação da energia reativa versus harmónicas*

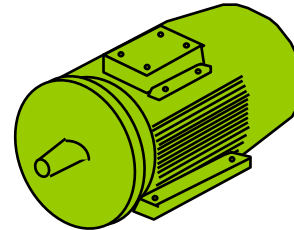
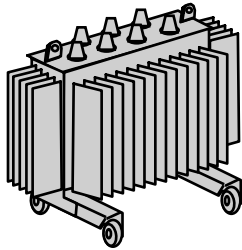
1 - Introdução

Compensação de energia reativa



1 – Introdução - Objectivos da compensação

- Toda a máquina eléctrica que usa corrente alternada põe em jogo 2 formas de energia / potência:
- Potência **ativa** corresponde aos **kW**
é transformada em energia mecânica (trabalho) e em calor (perdas).
- Potência **reativa** corresponde aos **kvar**
serve para magnetizar os enrolamentos das máquinas (transformador e / ou motor).



- Potência **aparente** corresponde aos **kVA**, é a soma vectorial das duas potências descritas

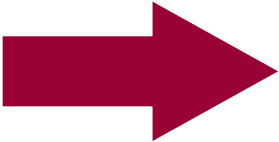
Compensação de energia reativa



Energia **ativa** $\Rightarrow$ paga (facturada)

Energia **reativa** $\Rightarrow$ gratuita (até um certo limite !)

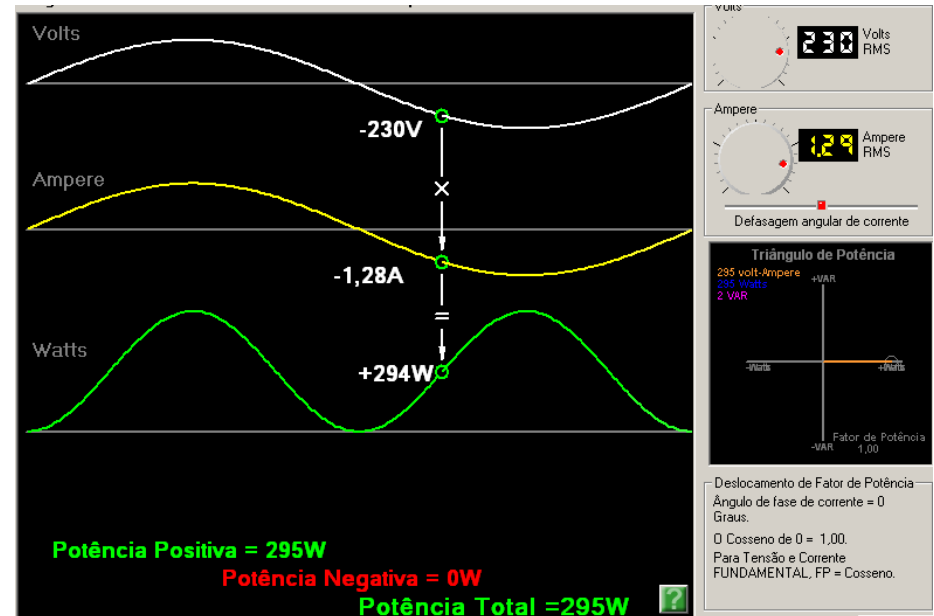
Se este limite for ultrapassado, o valor suplementar é facturado
 $\Rightarrow$ **penalidades** (sobrefacturação !)

Necessidade de compensar o $\cos \varphi$!
=
 Tornar a sua instalação mais eficiente
=
Reduzir os custos de energia

Compensação de energia reativa



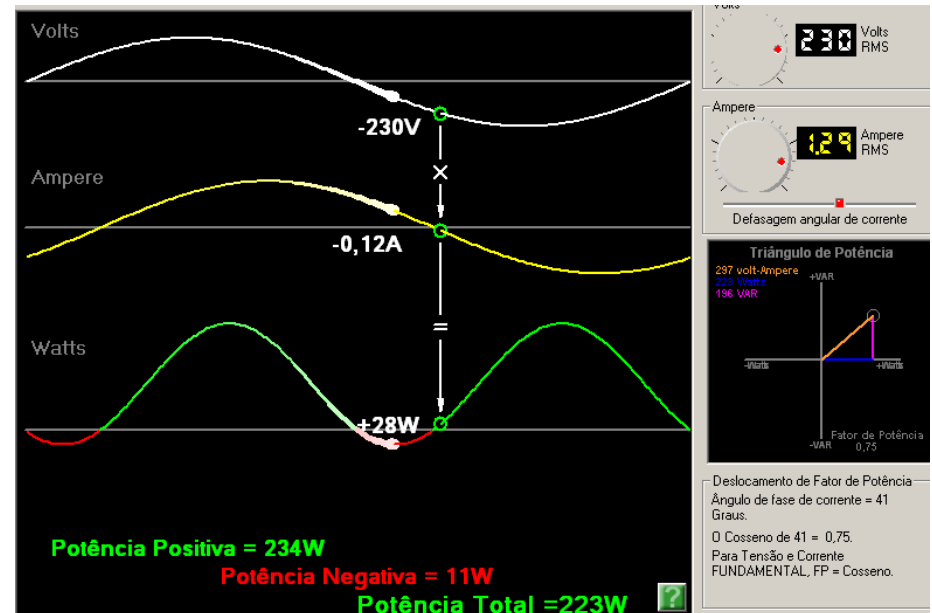
- A potência **ativa máxima** é transmitida à carga quando a **tensão e a corrente** têm a mesma forma sinusoidal e **estão em fase**.



Compensação de energia reativa



- Quando a **tensão e a corrente** estão **desfazadas** a potência instantânea, **$P = V \times I$** transmitida à carga é **negativa** quando os sinais forem opostos. (A figura ilustra este aspecto).
- O valor **médio da potência** fica então **reduzido**.



2 – Enquadramento técnico e regulamentar

Compensação de energia reativa



2 – Enquadramento regulamentar

- Novas regras de faturação de energia reativa – **Despacho de ERSE nº 7253/2010**, de 26 de Abril.
- **Principais alterações:**
 1. Valor mais exigente para o limiar de faturação de energia reativa indutiva no período fora de vazio
 2. Introdução de **3 escalões de preço** em função da **$\text{tg } \varphi$ (0,3–0,4–0,5)**
 3. Fixação de um período de integração diário para determinação das quantidades de energia reactiva a faturar para instalações em MAT (muito alta tensão), AT (alta tensão) e MT (média tensão) em Portugal Continental que disponham de telecontagem

Compensação de energia reativa



- Enquadramento regulamentar

Adaptação progressiva às novas regras de faturação de energia reativa, período transitório:

1. Entrada em vigor da aplicação dos factores multiplicativos aplicáveis ao preço de referência nos escalões $\text{tg } \varphi \geq 0,4$ e $\text{tg } \varphi \geq 0,5$; em 01 de Janeiro de 2011.
2. Entrada em vigor do escalão $0,3 \leq \text{tg } \varphi < 0,4$ e periodo de integração diário, aplicável a cliente de MAT, AT e MT em Portugal Continental, em 1 de Janeiro de 2012.

Escalão	Descrição	factor multiplicativo
Escalão 1	corresponde a $0,3 \leq \text{tg } j < 0,4$	0,33
Escalão 2	corresponde a $0,4 \leq \text{tg } j < 0,5$	1,00
Escalão 3	corresponde a $\text{tg } j \geq 0,5$	3,00

Compensação de energia reativa



- Enquadramento regulamentar

Obrigações de informação dos operadores de redes e dos comercializadores são as seguintes:

Incluir em cada fatura de energia eléctrica dos seus clientes:

1. Valor de **energia reativa capacitiva medida nas horas de vazio**;
2. Valores de **energia reativa indutiva fora das horas de vazio**,
3. Adicionalmente uma vez por ano, de forma individualizada os comercializadores e comercializadores de último recurso deverão informar sobre o consumo de energia reativa da sua instalação eléctrica, respectivos custos, e formas existentes de compensação local de energia reativa. Informação disponibilizada com base no histórico dos últimos 12 meses de cada cliente

* Consulta da recomendação N° 1/2010

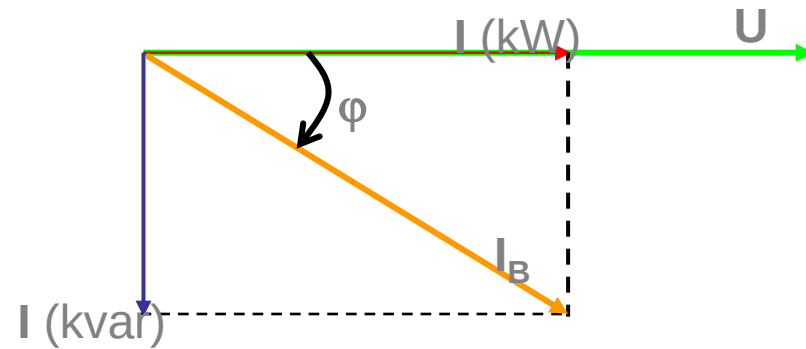
3 – Princípio da compensação da energia reativa

Compensação de energia reativa

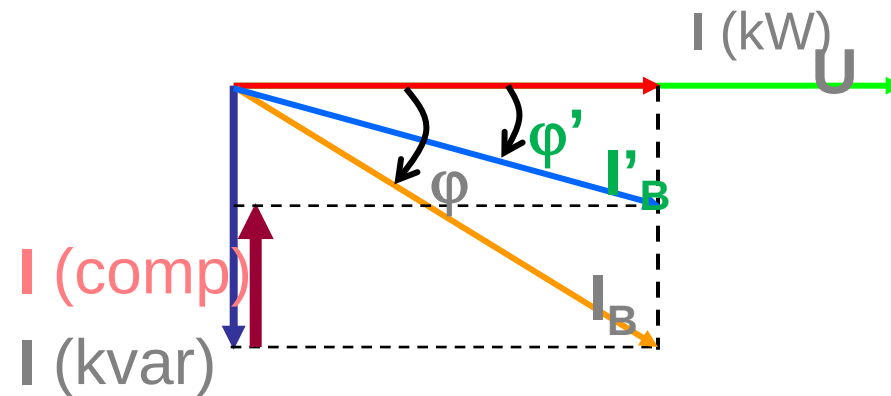
3 – Princípio



Antes compensação!



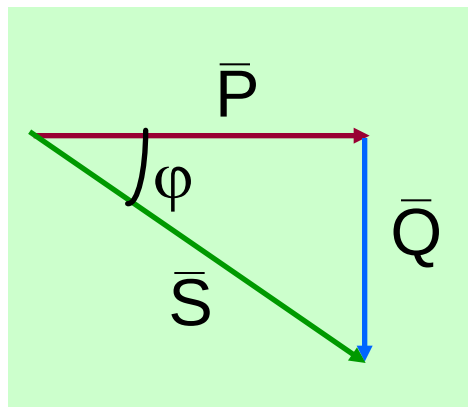
Após a compensação !



Compensação de energia reativa



Define-se fator de potência (FP) como:



$$FP = \frac{\text{Potência ativa (KW)}}{\text{Potência aparente (KVA)}} = \frac{P \text{ (KW)}}{S \text{ (KVA)}}$$

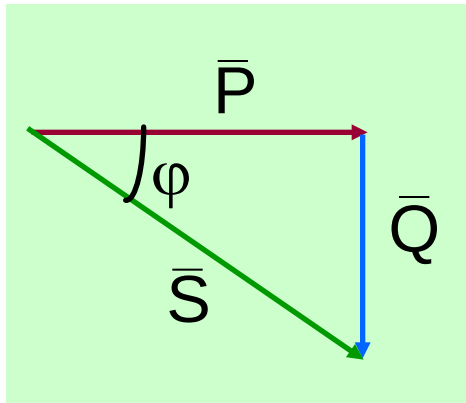
- O rendimento eléctrico da instalação é medido pelo factor de potência, se a tensão e a corrente forem perfeitamente sinusoidais então $FP = \cos \varphi$

Um bom rendimento corresponde a um $\cos \varphi \cong 1$

Compensação de energia reativa



A tangente φ



❑ O consumo de energia reativa é medido por:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\text{energia reativa kvarh}}{\text{energia ativa kWh}} = \frac{Q \text{ (kvar)}}{P \text{ (kW)}}$$

Compensação de energia reativa

Benefícios da correção do FP

❑ Técnico-económicas

- Redução da da fatura
- Diminuição das perdas na rede
- Aumento da potência ativa disponível no secundário dos transformadores e da potência ativa transportada
- Otimização dos equipamentos (cabos, disjuntores...)

❑ Exemplo:

- Passar de **$\cos \varphi = 0,8$** a **$\cos \varphi = 0,96$** permite:
- Diminuir as perdas em linha de **30%** (a potência ativa constante)
- Aumentar a potência transportada em **20%**



Compensação de energia reativa



- **Redução do CAPEX:**
 - Equipamentos de menor potência/calibre, menor investimento
- **Redução OPEX:**
 - Pela redução das perdas de energia, redução da potência contratada e eliminação de penalidades por consumo de energia reativa
 - Um baixo factor de potência resulta num aumento de potência contratada e consumo de energia reativa. Ambos fazem parte da fatura de electricidade.
 - Um baixo fator de potência é responsável pelo incremento da corrente de energia e perdas adicionais.
- **Sistema de disponibilidade e fiabilidade são melhoradas:**
 - A qualidade do processo ou a operação da máquina pode ser prejudicada por flutuações de tensão ligadas às variações de energia reativa.

Compensação de energia reativa



- Redução da seção do cabo:

– A secção do cabo é determinada essencialmente pela corrente de serviço no cabo.

Factor multiplicativo a aplicar em função do fator de potência:

Factor de Potência	1	0.8	0.6	0.4
Factor multiplicativo	1	1.25	1.67	2.5

Compensação de energia reativa



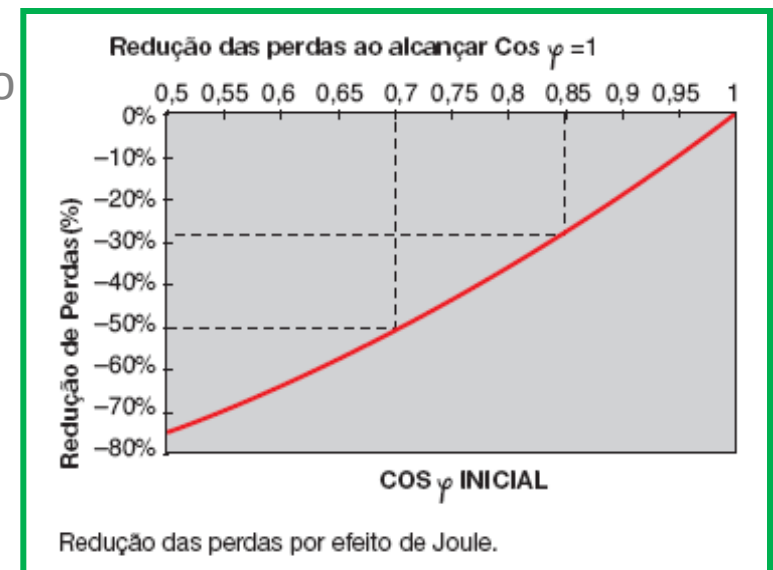
- Diminuição das perdas:
- Redução das perdas por efeito de Joule

Estas perdas são contabilizadas como energia consumida (KWh), no contador.

Estas perdas são proporcionais ao valor da corrente ao quadrado.

A expressão abaixo permite determinar a redução de perdas em função do $\cos \varphi$ da instalação:

$$\frac{\text{perdas finais}}{\text{perdas iniciais}} = \left(\frac{\cos \varphi \text{ inicial}}{\cos \varphi \text{ final}} \right)^2$$



Compensação de energia reativa



Aumento da potência disponível no secundário do transformador.



Seja um transformador de 400 kVA (S_n) numa instalação de 300 kW, a potência aparente :

$$S = P / \cos \varphi$$

$$\Rightarrow \text{se } \cos \varphi = 0,75$$

$$S = 300 / 0,75 = 400 \text{ kVA} \Rightarrow$$

O transformador está no seu máximo

$$\Rightarrow \text{se } \cos \varphi = 0,96$$

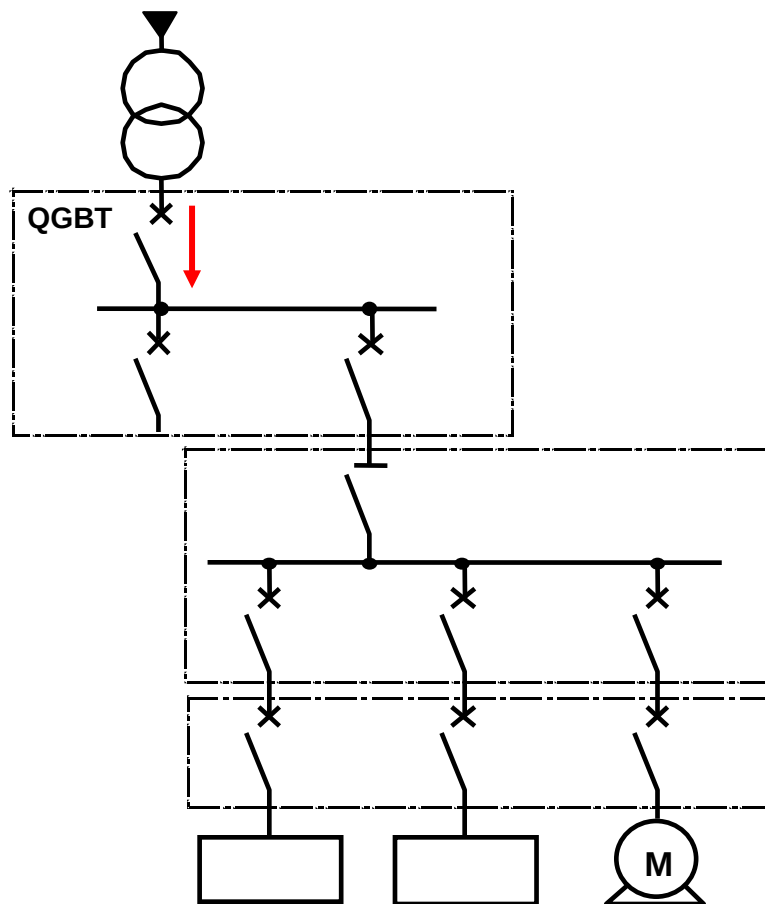
$$S = 300 / 0,96 = 312,5 \text{ kVA} \Rightarrow$$

O transformador tem disponível ainda uma potência de 20%.

Compensação de energia reativa



Diminuição da corrente na instalação a jusante do disjuntor BT



A corrente veiculada é:

$$I = P / U \sqrt{3} \cos \varphi$$

⇒ se $\cos \varphi = 0,75$

$$I = 300000 / 400 \sqrt{3} 0,75 = 577 \text{ A}$$

⇒ se $\cos \varphi = 0,96$

$$I = 300000 / 400 \sqrt{3} 0,96 = 451 \text{ A}$$

seja uma **diminuição da corrente de 21,8%**

Compensação de energia reativa



- **Diminuição dos gases com efeito de estufa.**

As centrais eléctricas (com exceção das centrais hidroeléctricas e nucleares) utilizam combustíveis que emitem gases com efeito de estufa.

O valor emitido de CO₂ varia consoante o tipo de central, pelo que para a produção de 1kWh são emitidos:

- 1kg de CO₂ numa central de carvão*
- 750g de CO₂ numa central de fuel*
- 300g de CO₂ numa central de ciclo combinado*

Desta forma, por cada kvar instalado em condensadores, evitar-se-ia a emissão de 25kg de CO₂ no período de um ano.

4 – Como realizar a compensação da energia reativa

Compensação de energia reativa



- Como ?

*Através do fornecimento autónomo, ou seja aquilo a que chamamos **Baterias de condensadores**.*

*Baterias de condensadores, são então conjuntos **de condensadores**, que dentro da gama SE se designam por **Easy Can** e **VARPLUSCAN** (na BT).*

***Condensador** – é um dispositivo eléctrico, constituído basicamente por duas armaduras, de material condutor, separadas por um dieléctrico.*

Compensação de energia reativa



A *potência* de um *condensador trifásico* é dada por:

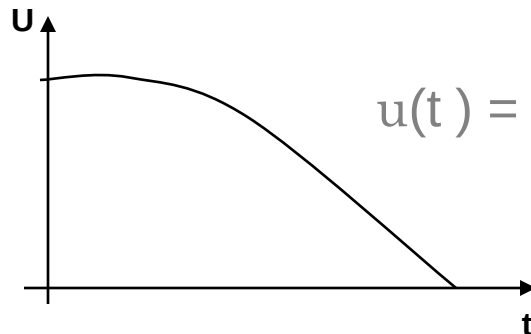
$$Q_c = \sqrt{3} U I_c$$

$$I_c = U / Z_c = U \omega C$$

$$C = Q_c / \sqrt{3} U^2 \omega$$

400 V

□ Curva de *descarga* do condensador



$$u(t) = kU e^{-t/\tau}$$

$$\tau = 1 / RC$$

$$50V / 60s$$



Compensação de energia reativa



❑ Podemos obter a **capacidade de um condensador** através da seguinte expressão:

$$C = E \frac{S}{e}$$

E – constante de rigidez dielétrica

S – superfície das armaduras

e – espessura do dielétrico

A capacidade nominal é respeitada com uma tolerância que se situa entre 0,95 a 1,15 do valor nominal anunciado.

❑ Características

1. Classe de isolamento: 0,6 KV
2. Comportamento 50 Hz/1mn: 3KV
3. Sobreensões de curta duração: 10% durante 8 horas num período de 24 horas
4. Sobreintensidades : 20%
5. Classe de temperatura –25°C a +55°C.

❑ As normas

Os condensadores respondem às normas CEI 831 e NF C 54-104

5 – Tipos de compensação da energia reativa

Compensação de energia reativa



Tipo de compensação

- ❖ **Compensação fixa**
- ❖ **Compensação automática**
- ❖ **Compensação global**
- ❖ **Compensação parcial**
- ❖ **Compensação individual**

Compensação de energia reativa



□ Escolha do tipo de compensação

■ Fixa

1. A bateria é colocada em serviço como um todo dentro de um funcionamento "tudo ou nada", a colocação em serviço pode ser manual (interruptor, disjuntor) ou semiautomática (contactor).

2. É usada para pequenas potências $Q_c < 15\% S_n$ e em consumo estável

■ Automática ou por escalões

1. A bateria é fracionada em escalões, com a possibilidade de colocação em serviço variável no nº de escalões de acordo com as necessidades da instalação. É usada para compensação global ou por setor.

2. A entrada e saída dos escalões é pilotada por um relé varimétrico.

3. É usada para grandes potências $Q_c \geq 15\% S_n$ e em consumo variável

Compensação de energia reativa



Onde?

■ Compensação global

A bateria é ligada à cabeça da instalação e assegura a compensação para o conjunto de cargas.

É conveniente, sempre que o essencial seja a redução de penalizações económicas.

■ Compensação local ou por setor

A bateria é ligada à cabeça do setor que se pretende compensar.

É conveniente em redes extensas e em oficinas com diferentes regimes de carga.

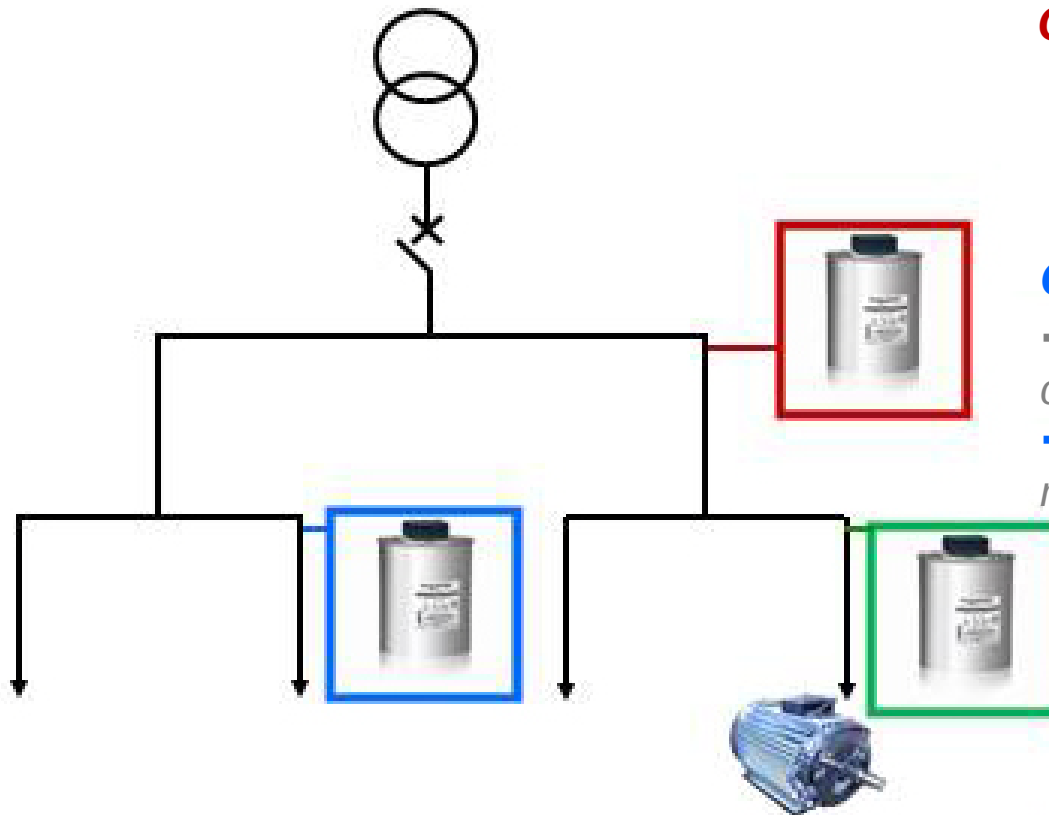
■ Compensação individual

A bateria é ligada directamente aos bornes de cada recetor indutivo (motor). É usada logo que a carga represente uma boa % de potência em relação à potência subscrita.

É tecnicamente ideal, produzindo a energia reativa no local desejado.

Compensação de energia reativa

Escolha da localização



Compensação global :

Compensação relativa ao conjunto total das cargas.

→ **Supressão do pagamento de penalidades**

Compensação parcial :

→ **suprime as penalidades por excesso de consumo de reactiva**

→ **Otimiza uma parte da instalação**, a energia reativa não é transportada até ao nível 2

Compensação individual :

→ **Técnicamente ideal** – otimiza toda a instalação, a corrente **I_r** abastece-se no mesmo endereço de consumo

Compensação fixa de energia reativa

Compensação de energia reativa



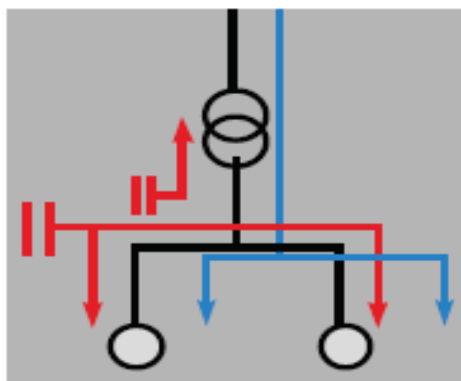
Compensação fixa de transformadores



A compensação do FP permite disponibilizar mais potência aos bornes do transformador.

Quando se tem um contrato de potência em MT, a forma de realizar a compensação das perdas indutivas do transformador é ligando um equipamento de compensação fixa aos bornes de BT do transformador, isto porque a bateria só vê o consumo de reativa a jusante do TI.

É pois necessário ligar uma bateria de compensação fixa a montante do TI, que incorpore os kvar suplementares.



Fluxo de potências num transformador com compensação fixa.

Compensação de energia reativa



Compensação fixa de transformadores

em vazio

$$Q_0 = S_n \times i_0$$

Uma parte fixa que depende da magnetização (perdas no ferro)



em carga

$$Q = S_n \times \left(\frac{S}{S_n} \right)^2 \times u_{cc}$$

Uma parte que é proporcional ao quadrado da potência aparente que transmite

compensação total

$$Q_c = Q_0 + Q = S_n \left[i_0 + \left(\frac{S}{S_n} \right)^2 \times u_{cc} \right]$$

S_n : potência nominal do transformador
 S : potência pedida

Compensação de energia reativa



Exemplo :

$S_n = 1250 \text{ kVA}$
 $i_0 = 2\%$
 $U_{cc} = 6\%$

$Q_0 = 25 \text{ kvar}$
 $Q_c(1/2) = 43,75 \text{ kvar}$
 $Q_c = 100 \text{ kvar}$

Cálculo para o transformador em vazio:

$$Q_0 = S_n \times i_0 = 1250 \times 0,02 = 25 \text{ kvar}$$

Cálculo para o transformador a meia carga ($S/S_n = 1/2$):

$$Q = S_n \times \left(\frac{S}{S_n} \right)^2 \times u_{cc} = 1250 \times \frac{1}{4} \times 0,06 = 18,75 \text{ KVar}$$

Compensação global a meia carga ($S/S_n = 1/2$): $Q_c = Q_0 + Q = 43,75 \text{ kvar}$

Compensação de energia reativa



Continuação:

Cálculo para o transformador a plena carga ($S/S_n = 1$)

$$Q = S_n \times \left(\frac{S}{S_n} \right)^2 \times u_{cc} = 1250 \times 1 \times 0,06 = 75 \text{ KVar}$$

Compensação global a plena carga ($S/S_n = 1$)

$$Q_c = Q_0 + Q = 100 \text{ KVar}$$

Compensação de energia reativa



Compensação fixa de transformadores



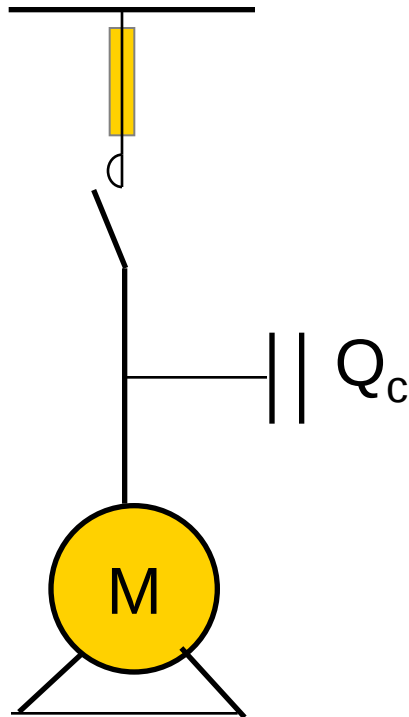
Tabela de compensação de transformadores de BT

Transformador		De óleo		Secos	
S (kVA)	Ucc (%)	Vazio	Carga	Vazio	Carga
100	4	2,5	5,9	2,5	8,2
160	4	3,7	9,6	3,7	12,9
250	4	5,3	14,7	5,0	19,5
315	4	6,3	18,3	5,7	24
400	4	7,6	22,9	6,0	29,4
500	4	9,5	28,7	7,5	36,8
630	4	11,3	35,7	8,2	45,2
800	4	20,0	66,8	10,4	57,5
1000	6	24,0	82,6	12	71
1250	5,5	27,5	100,8	15	88,8
1600	6	32	126	19,2	113,9
2000	7	38	155,3	22	140,6
2500	7	45	191,5	30	178,2

Compensação de energia reativa



Compensação fixa de motores



Geral

A intensidade da corrente reativa absorvida por um motor é praticamente constante e tem um valor aproximado de 90% da intensidade de corrente em vazio:

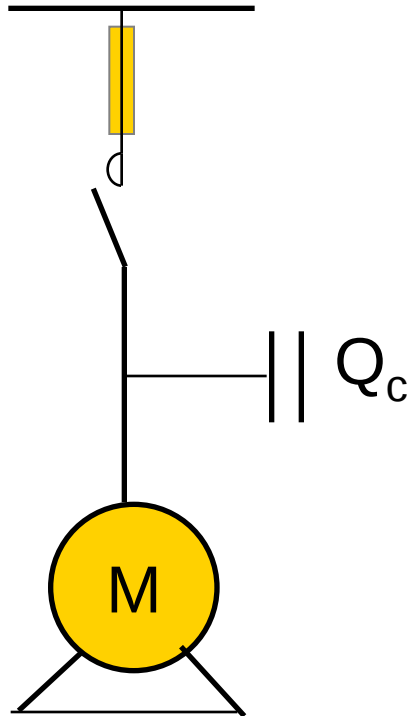
$$I_c = 0,9 I_0$$

As características construtivas do motor: potência, nº de polos, velocidade, frequência e tensão, influenciam o consumo de kvar.

Compensação de energia reativa



Compensação fixa de motores



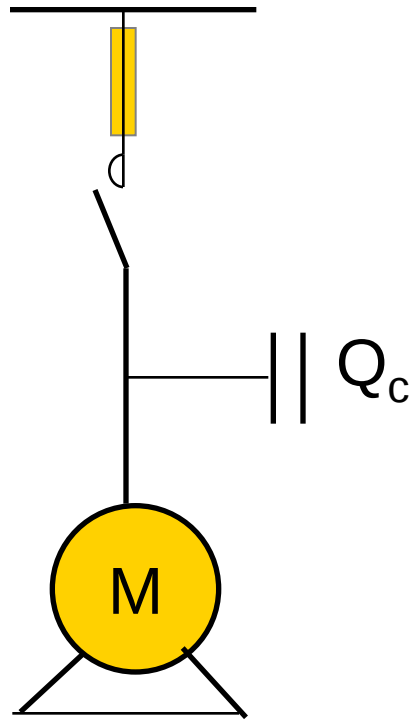
Precauções gerais a ter em conta na compensação **fixa** aos bornes de um motor:

- **Nova regulação das proteções**

Fator de redução (I eficaz) = $\cos\phi$ inicial / $\cos\phi$ final

- **Evitar a auto-excitação**
- **Não compensar motores com arrancador** – os condensadores devem ser ligados depois do arranque do motor, condensadores acionados por **contactor**,
- **Não compensar motores especiais** – tipo passo a passo, dois sentidos de marcha ou similares.

Compensação de energia reativa



P_n / I_0

$$Q_c < 0,9 \sqrt{3} U_n I_0$$

Riscos de auto-excitação

Quando um motor arrasta uma carga de forte inércia há o risco de ao cortar a sua alimentação, ele continuar a rodar por acumulação de energia cinética.

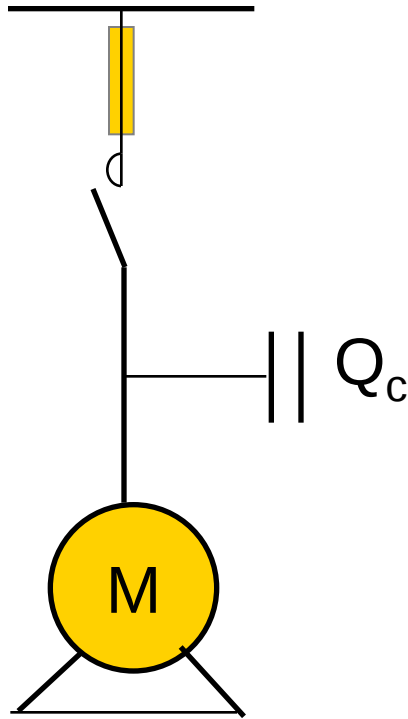
*Podendo acontecer auto-excitação pela bateria de condensadores ligada aos seus terminais, passando assim a funcionar como **gerador assíncrono**, provocando o surgimento de sobretensões.*

*Para evitar estas sobretensões perigosas devidas ao fenómeno de auto-excitação é necessário verificar a seguinte **regra**:*

$$I_c = 0,9 I_0$$

$$I_0 = 2 \times I_n (1 - \cos \phi_n)$$

Compensação de energia reativa



Limitar a auto-excitação

- Limitar a potência de compensação:*
A intensidade de corrente reativa fornecida deve ser inferior à corrente de auto-excitação, ou seja, a intensidade dos condensadores deve ser inferior à corrente do motor em vazio:

$$I_c < 0,9 I_0$$

O valor máximo da potência reativa a instalar é dado por:

$$Q_c < 0,9 \sqrt{3} U_n I_0$$

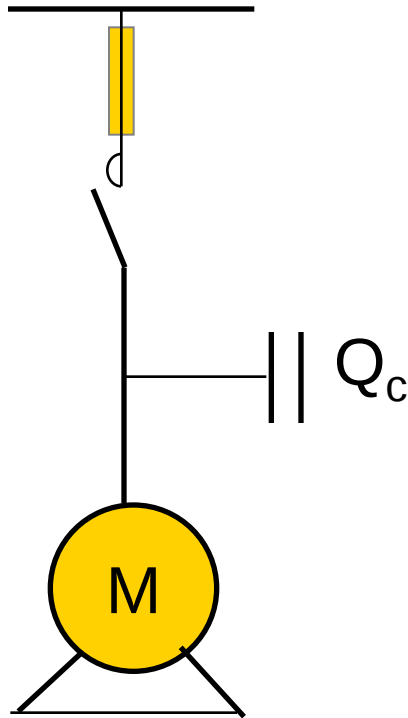
ou

$$Q_c \leq 2P (1 - \cos \phi_i)$$

- Compensação fixa por contactor*

Compensação de energia reativa

Compensação fixa de motores assíncronos



Riscos de auto-excitação

Com motores de grande potência

De modo a evitar auto-excitação, os condensadores só se ligam depois do motor estar em funcionamento.

Motores de grande inércia

Em sistemas com motores de grande inércia, o equipamento de comando deve ser desenhado de forma a não existirem continuidades eléctricas entre as baterias e esses motores, para que não exista uma queda de tensão generalizada.

Compensação de energia reativa



Motor trifásico 230/400V sem risco de auto-excitação

Tabela de compensação de motores assíncronos BT

Potência nominal		Núm. de rotações por min			
		Potência reactiva em kVAr			
KW	CV	3000	1500	1000	750
11	15	2,5	2,5	2,5	5
18	25	5	5	7,5	7,5
30	40	7,5	10	11	12,5
45	60	11	13	14	17
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
90	125	20	25	27	30
110	150	24	29	33	37
132	180	31	36	38	43
160	218	35	41	44	52
200	274	43	47	53	61
250	340	52	57	63	71
280	380	57	63	70	79
355	485	67	76	86	98
400	544	78	82	97	106
450	610	87	93	107	117

Fig. 21: máxima potência reactiva a instalar aos bornes de um motor trifásico 230/400V, sem risco de auto-excitação.

Compensação de energia reativa

Exemplo:

Motor → 75 Kw, 1500 rpm, 400V/50Hz

$$\cos \varphi = 0,87$$

Rendimento - 0,92

$$I_n = 135,25 \text{ A}$$

A corrente em vazio $I_0 = 2 \times 135,25 (1 - 0,87) = 35 \text{ A}$

A *máxima potência da bateria* a ser instalada será:

$$Q_c = 0,9 \times 35 \times \sqrt{3} \times 400 = 21,8 \text{ Kvar}$$

Podemos ainda consultar a tabela: (ver slide santerior)



Compensação de energia reativa

Compensação fixa de motores assíncronos



Compensação acionada por contactor

- A instalação do contactor deve estar a montante do dispositivo de comando e de proteção do motor
- O contactor deve estar encravado com a proteção para que em caso de interrupção do motor, o condensador fique fora de serviço
- A potência a instalar será:

$$Q = P \times (\text{tg } \varphi_{\text{inicial}} - \text{tg } \varphi_{\text{objetivo}})$$

P = potência nominal do motor (kW)

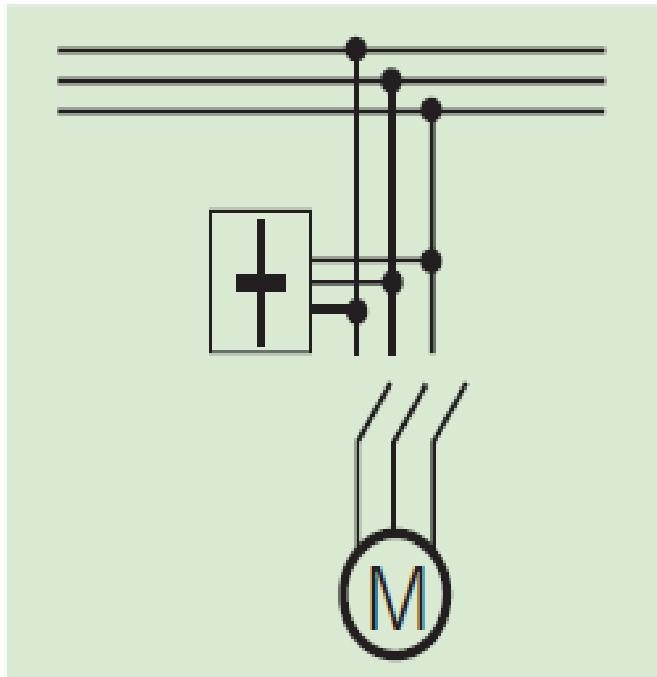


Fig. 22: ligação de um condensador a um motor através de um contactor.

6 - Cálculo da compensação de energia reativa

Compensação de energia reativa

Compensação fixa.

Colocação em serviço de um módulo (Tudo ou Nada)

⇒ Quando a carga é relativamente estável

se potência reativa < 15% Sn em kVA

Compensação automática. (por escalões)

O valor da compensação é adaptado automaticamente em função da utilização.

⇒ regulação passo a passo da energia reactiva (relé varimétrico).

se potência reativa > 15% Sn em kVA



Compensação de energia reativa



Escolha de uma bateria de condensadores

1. Cálculo da potência reativa necessária QC.

Cálculo feito a partir de:

➤ *faturas de electricidade*

➤ *dos dados elétricos da instalação (calculados ou medidos na instalação)*

2. Escolha do tipo de equipamentos para compensação .

Equipamento tipo para redes não poluídas e redes poluídas

Compensação de energia reativa



Fatura de electricidade – método simplificado

- *Faturas dos 12 últimos meses.*
- *Considerar o valor de $\text{tg } \varphi$ indicado em cada factura .*
- *Tomar a potência ativa (kW) mais elevada de cada factura.*
- *Aplicar a seguinte fórmula:*

$$QC = P \text{ (kW)} \times (\text{tg } \varphi \text{ i} - \text{tg } \varphi \text{ f}) = P K$$

Compensação de energia reativa



Fatura de electricidade com dados fornecidos pelo cliente

- Cálculo da energia ativa consumida no período de faturação. - kWh
- Cálculo do $\cos\phi$ médio do período : $\cos\phi = kWh / (kWh^2 + kvarh^2)$ - $\cos\phi$ inicial
- Cálculo do numero de horas efetivas dadas pelo cliente no mesmo período (ex: 12 horas/dia de segunda a sexta-feira + 8 h são a plena carga e 4 h a 25%)
 $8 + 4 h \times 25\% = 9$ horas/dia; 22 dias $\times$ 9 horas/dia = 198 horas/mês;
o período é de 1 mês logo temos 198 horas/período
- Cálculo da potência ativa média $P = kWh / h$ em que h é o número de horas efetivas
- Aplicar a seguinte fórmula: $QC = P (kW) \times (tg \phi i - tg \phi f) = P K$

Compensação de energia reativa



Cálculo por tabela - Quadro que nos dá o valor de k:

$$QC = P (kW) \times (tg \varphi - tg \varphi c) = P K$$

Cos φ Inicial	cos φ objectivo					
	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1
0,4	1,805	1,861	1,924	1,998	2,085	2,288
0,45	1,681				1,784	1,988
0,5	1,248				1,529	1,732
0,55	1,035				1,316	1,519
0,6	0,849				1,131	1,334
0,65	0,685				0,966	1,169
0,7	0,536				0,811	1,020
0,75	0,398	0,453	0,519	0,591	0,679	0,882
0,8	0,266	0,321	0,387	0,459	0,541	0,750
0,85	0,02	0,191	0,257	0,329	0,417	0,620
0,9		0,058	0,121	0,192	0,281	0,484

$Q = P \times \text{factor}$
 $Q = P \times 0,679$

Compensação de energia reativa



Reativa

RESUMO DA FACTURA

Data facturação: 07 de outubro de 2010

Data limite emissão:

Período facturação: del 01/09/2010 al 30/09/2010

Factura nº: RN101805127

Total Factura 16.667,20 €

P1 – Energia de Ponta

P2 – Energia Horas de Cheio

P3 – Energia Vazio

P4 – Energia Super Vazio

Pc – Energia contratada

Facturação

DESCRIÇÃO	CÁLCULO	VALOR
Termo Energia Variável		11.401,59
	P1: 27.370 kWh x 0,060708 Eur/kWh = 1.661,58 Eur	
	P2: 112.167 kWh x 0,057233 Eur/kWh = 6.419,65 Eur	
	P3: 53.535 kWh x 0,049315 Eur/kWh = 2.640,08 Eur	
	P4: 15.281 kWh x 0,044518 Eur/kWh = 680,28 Eur	
POTÊNCIA HORAS PONTA	27.370 kWh / 66 Horas x 0,2648 Eur/kW X 30 DíAS	3.294,35
POTÊNCIA CONTRATADA	580 kW x 0,0399 Eur/kW X 30 DíAS	694,26
Reactiva Fora Vazio		331,83
	18.034,2 kVArh x 0,0184 Eur/kVArh = 331,83 Eur, cos phi 0,88	
Reactiva Fomecida Vazio		0,00
CONTRIBUIÇÃO PARA AUDIOVISUAL		1,74
IVA-PT NORMAL	6 % de 15.723,77 EUR	943,43
Total Factura		16.667,20 EUR

Cliente:

Utilizar com a folha 1 e 2 da factura EDP

Dados do cliente

P. Contratada (kW)	Cos ϕ (factura)	Tan ϕ 1
580	0,88	0,540

Tipo de Bateria:

Bateria proposta:

Cálculos LOP

Cos ϕ (correção)	Tan ϕ 2	Qc (kVAr)
0,94	0,363	102,5
0,95	0,329	122,4
0,96	0,292	143,9
0,97	0,251	167,7
0,98	0,203	195,3
0,99	0,142	230,4
1	0,000	313,1

Cliente:

Utilizar só com a folha 1 da factura EDP

Dados do cliente

		Tan ϕ 1	Cos ϕ (factura)
EAponta (kWh)	27.370	0,529	0,88
EAcheia [kWh]	112.167		
ERCFV (kVArh)	18.034		
P. Contratada (kW)	580		

Tipo de Bateria:

Cálculos LOP

Cos ϕ (correção)	Tan ϕ 2	Qc (kVAr)
0,94	0,363	96,4
0,95	0,329	116,3
0,96	0,292	137,8
0,97	0,251	161,6
0,98	0,203	189,2
0,99	0,142	224,3
1	0,000	307,0

Compensação de energia reativa



Detalhe da Factura

Factura nº 10408248984 de 14 de Dezembro de 2010

Electricidade	Data inicial	Data final	Qtd.
En. Activa vazio normal (kWh)	2010-11-06	2010-12-14	1045
En. Activa super vazio (kWh)	2010-11-06	2010-12-14	697
En. Activa ponta (kWh)	2010-11-06	2010-12-14	1188
En. Activa cheias (kWh)	2010-11-06	2010-12-14	2736
En. Reactiva cons. fora vazio (kvarh)	2010-11-06	2010-12-14	4012
Potência contratada 11,11 kW (dias)			39
Potência horas de ponta 7,62 kW (dias)			39
Termo tarifário fixo (dias)			39
Taxa Exploração DGEG			1
IVA (6% de € 849,06)			
Total*			

Outros Débitos / Créditos

Contribuição áudio-visual (Nota de Débito n.º 002
IVA (6% de € 1,74)
Total

Total facturado

Informações de Instalação

Pot. Máx. admissível (kVA)	138,00
Pot. Requisitada (kVA)	138,00
Pot. Tomada em 01-2010 (kW)	14,00
Factor de potência	0,57
Total En. Activa no período (kWh)	5.666,00

Emissão de CO2 associado ao consumo de energia desta factura:
1.564,33 kg

0,3500 0,35 6
50,94

A ERSE aprovou as novas regras de facturação de energia reactiva.

Despachos n.º 7253/2010 e n.º 12605/2010, publicados no Diário da República, 2ª série, de 26 de Abril e de 4 de Agosto, respectivamente.

Em 1 de Janeiro de 2011 entra em vigor o escalão correspondente a $\text{tg}\phi \geq 0,5$ e em 1 de Janeiro de 2012 o referente ao escalão $0,4 > \text{tg}\phi \geq 0,3$.

Os factores multiplicativos (K) a aplicar ao preço de referência de energia reactiva, por escalão de facturação de energia reactiva indutiva são:

- para $\text{tg}\phi$ maior ou igual a 0,5 $K=3,00$;
- para $\text{tg}\phi$ maior ou igual a 0,4 e menor que 0,5 $K=1,00$;
- para $\text{tg}\phi$ maior ou igual a 0,3 e menor que 0,4 $K=0,33$.

Compensação de energia reativa



Cliente:

Utilizar com a folha 1 e 2 da factura EDP

Dados do cliente		
P. Contratada (kW)	Cos ϕ (factura)	Tan ϕ 1
41	0,57	1,441

Tipo de Bateria:

Bateria proposta:

Cálculos LOP		
Cos ϕ (correção)	Tan ϕ 2	Qc (kVAr)
0,94	0,363	44,7
0,95	0,329	46,1
0,96	0,292	47,6
0,97	0,251	49,3
0,98	0,203	51,3
0,99	0,142	53,8
1	0,000	59,7

Cliente:

Utilizar só com a folha 1 da factura EDP

Dados do cliente		Tan ϕ 1	Cos ϕ (factura)
EAponta (kWh)	1.188	1,422	0,58
EAcheia [kWh]	2.736		
ERCFV (kVArh)	4.012		
P. Contratada (kW)	41		

Tipo de Bateria:

Bateria proposta:

Cálculos LOP		
Cos ϕ (correção)	Tan ϕ 2	Qc (kVAr)
0,94	0,363	43,9
0,95	0,329	45,3
0,96	0,292	46,8
0,97	0,251	48,5
0,98	0,203	50,5
0,99	0,142	53,0
1	0,000	58,9

Compensação de energia reativa



Dados da instalação – método geral

- Realizar o balanço de potência ativa e reativa de todos os receptores.
- Ter em conta os factores de utilização (K_u) e de simultaneidade (K_s).
- Calcular as potências totais (ativas e reativas).
- Calcular a $\tan \varphi$ global e em cada quadro.
- Calcular a compensação necessária repartindo-a por cada nível.
- Comparar o balanço de potência com o valor precedente (P , Q e $\cos \varphi$)

Dados da instalação – a partir de medições

- Realizar a leitura da Potência ativa (kW); Potência reativa (kvar) e $\cos \varphi$ / $\tan \varphi$.
- Escolher o $\cos \varphi$ médio da instalação e calcular o valor para o caso mais desfavorável.

Power Quality

Obrigado pela vossa atenção !

Make the most of your energy



Schneider
Electric