

Centro de Formação

Make the most of your energy



Compensação de Energia Reactiva

Schneider
Electric

Sumário:

1. Enquadramento técnico e regulamentar
2. Princípio da compensação de energia reactiva
3. Como fazer a compensação de energia reactiva
4. Tipo de compensação
5. Compensação versus Harmónicas
6. Protecções/Canalizações – Dimensionamento
7. Escolha da Bateria

Make the most of your energy

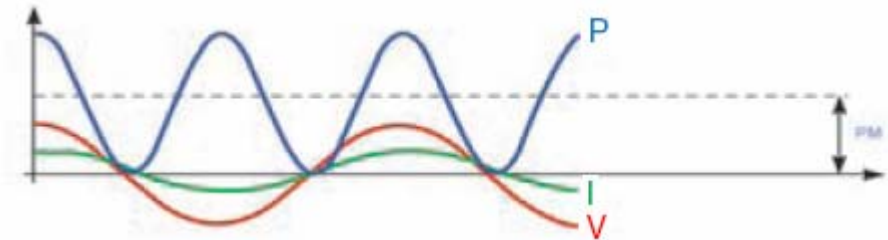


Compensação de energia reactiva

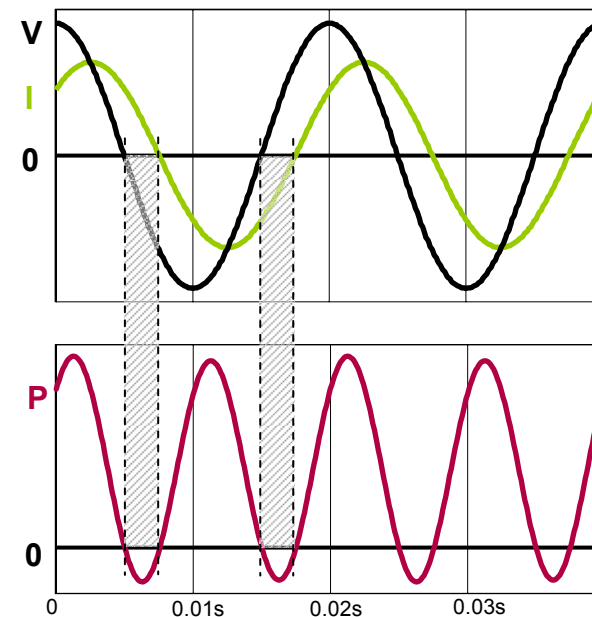


Qual a relação do Factor de Potência com a Eficiência Energética?

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



Fluxo de Potência com $\cos \varphi = 0,98$

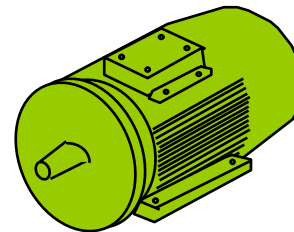
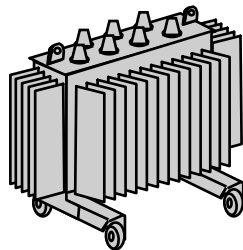


Compensação de energia reactiva



Objectivos da compensação

- Toda a máquina eléctrica que usa corrente alternada põe em jogo 2 formas de energia / potência:
- Potência "activa" corresponde aos kW
é transformada em energia mecânica (trabalho) e em calor (perdas).
- Potência "reactiva" 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 reactiva



Energia activa \Rightarrow paga (facturada)

Energia reactiva \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

Compensação de energia reactiva



- Enquadramento regulamentar
- Novas regras de facturação de energia reactiva – **Despacho de ERSE nº 7253/2010**, de 26 de Abril.
- **Principais alterações:**
 1. Valor mais exigente para o limiar de facturação de energia reactiva 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 facturar para instalações em MAT (muito alta tensão), AT (alta tensão) e MT (média tensão) em Portugal Continental que disponham de telecontagem

Compensação de energia reactiva



- Enquadramento regulamentar

Adaptação progressiva às novas regras de facturação de energia reactiva, 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 $0,3 \leq \text{tg } \varphi < 0,4$	0,33
Escalão 2	corresponde a $0,4 \leq \text{tg } \varphi < 0,5$	1,00
Escalão 3	corresponde a $\text{tg } \varphi \geq 0,5$	3,00

Compensação de energia reactiva



- Enquadramento regulamentar

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

Incluir em cada factura de energia eléctrica dos seus clientes:

1. Valor de **energia reactiva capacitiva medida nas horas de vazio**;
2. Valores de **energia reactiva 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 reactiva da sua instalação eléctrica, respectivos custos, e formas existentes de compensação local de energia reactiva. Informação disponibilizada com base no histórico dos últimos 12 meses de cada cliente

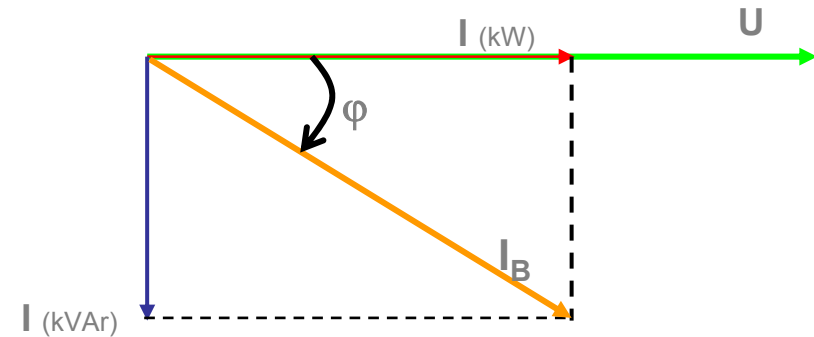
* Consulta da recomendação N° 1/2010

Compensação de energia reactiva

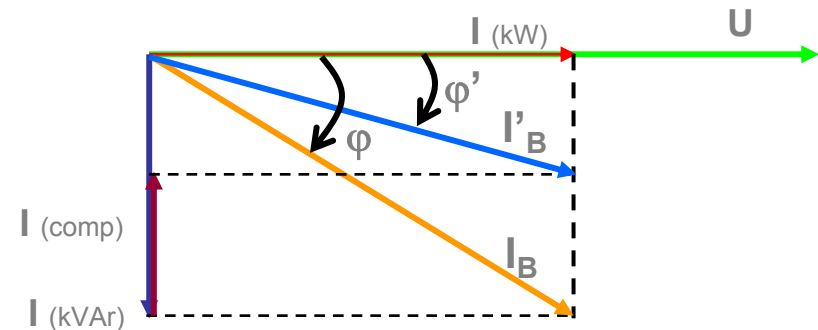


Princípio

antes compensação!



Após a compensação !

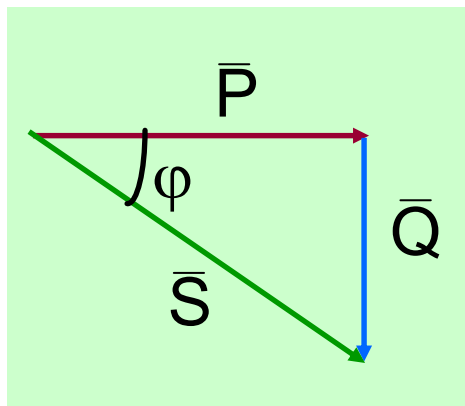


Compensação de energia reactiva



- ❑ O diagrama de correntes é válido para as potências multiplicando cada uma das correntes pela tensão U comum

Define-se factor de potência (**COS φ**) como:



$$\mathbf{COS \varphi = \frac{Potência\ activa\ (KW)}{Potência\ aparente\ (KVA)} = \frac{P\ (KW)}{S\ (KVA)}}$$

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

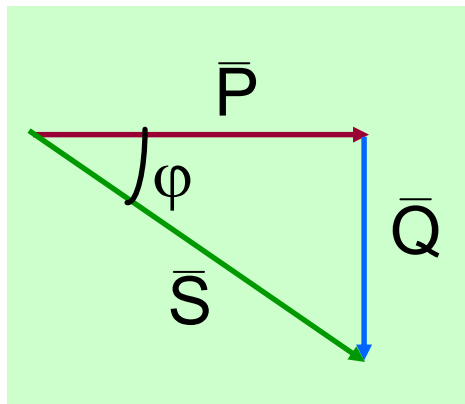
Compensação de energia reactiva



□ A tangente φ

O consumo de energia reactiva é medido por:

$$\text{tg } \varphi = \frac{\text{energia reactiva kvarh}}{\text{energia activa kWh}} = \frac{Q \text{ (kvar)}}{P \text{ (kW)}}$$



□ Contagem na BT

$$\text{tg } \varphi' = \text{tg } \varphi + 0,09$$

0,09 = perdas de energia reactiva no transformador, qualquer que seja o tipo (seco ou óleo) ou qualquer que seja o mês considerado

Compensação de energia reactiva



Benefícios da correcção do FP

❑ Técnico-económicas

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

❑ Exemplo :

- Passar de $\cos \varphi = 0,8$ a $\cos \varphi = 0,93$ permite:
- Diminuir as perdas em linha de 30% (a potência activa constante)
- Aumentar a potência transportada em 20%

Compensação de energia reactiva



- **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 reactiva
 - » Um baixo factor de potência resultam num aumento de potência contratada e consumo de energia reactiva. **Ambos fazem parte da factura de electricidade,**
 - » Um baixo factor de potência é responsável pelo incremento da corrente de energia activa, 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 reactiva.

Compensação de energia reactiva



- **Redução da secção do cabo:**

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

Factor multiplicativo a aplicar em função do factor de potência:

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

Compensação de energia reactiva



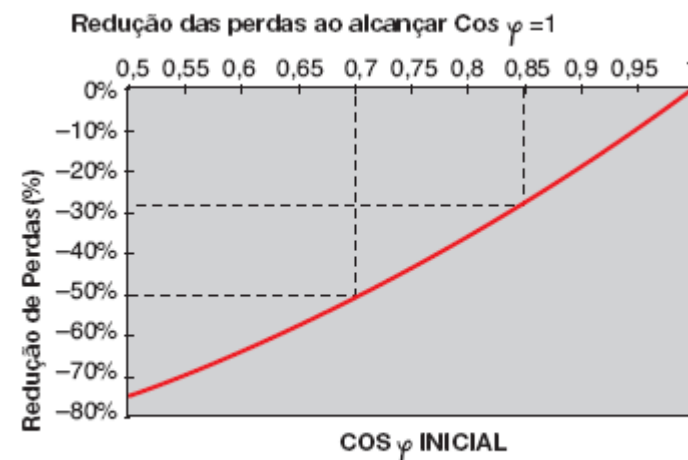
- **Diminuição das perdas:**
- **Redução das perdas por efeito de Joule**

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:

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



Redução das perdas por efeito de Joule.

Compensação de energia reactiva



Aumento da potência disponível no 2º do transformador.



*Seja um transformador de 400 kVA (P_n)
numa instalação de 300 kW, a
puissance aparente :*

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

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

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

transformador está no seu máximo

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

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

**transformador tem disponível
ainda uma potência de 20%.**

Compensação de energia reactiva

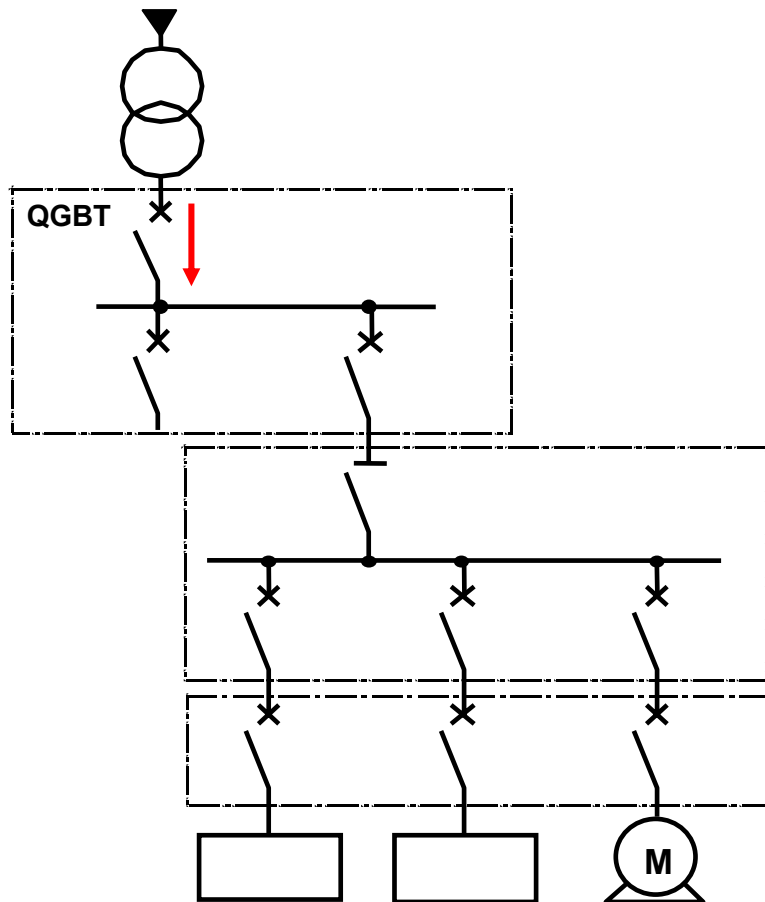


- **Diminuição dos gases com efeito de estufa.** As centrais eléctricas (com excepção das centrais hidroeléctricas e nucleares) utilizam combustíveis que emitem gases com efeito de estufa. O valor emitido de CO₂ varia consoante o tipo de central, pelo que para a produção de 1kWh são emitidos:
 - 1kg 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 kVA instalado em condensadores, evitar-se-ia a emissão de 25kg de CO₂ no período de um ano.

Compensação de energia reactiva



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 reactiva



- **Como ?**

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

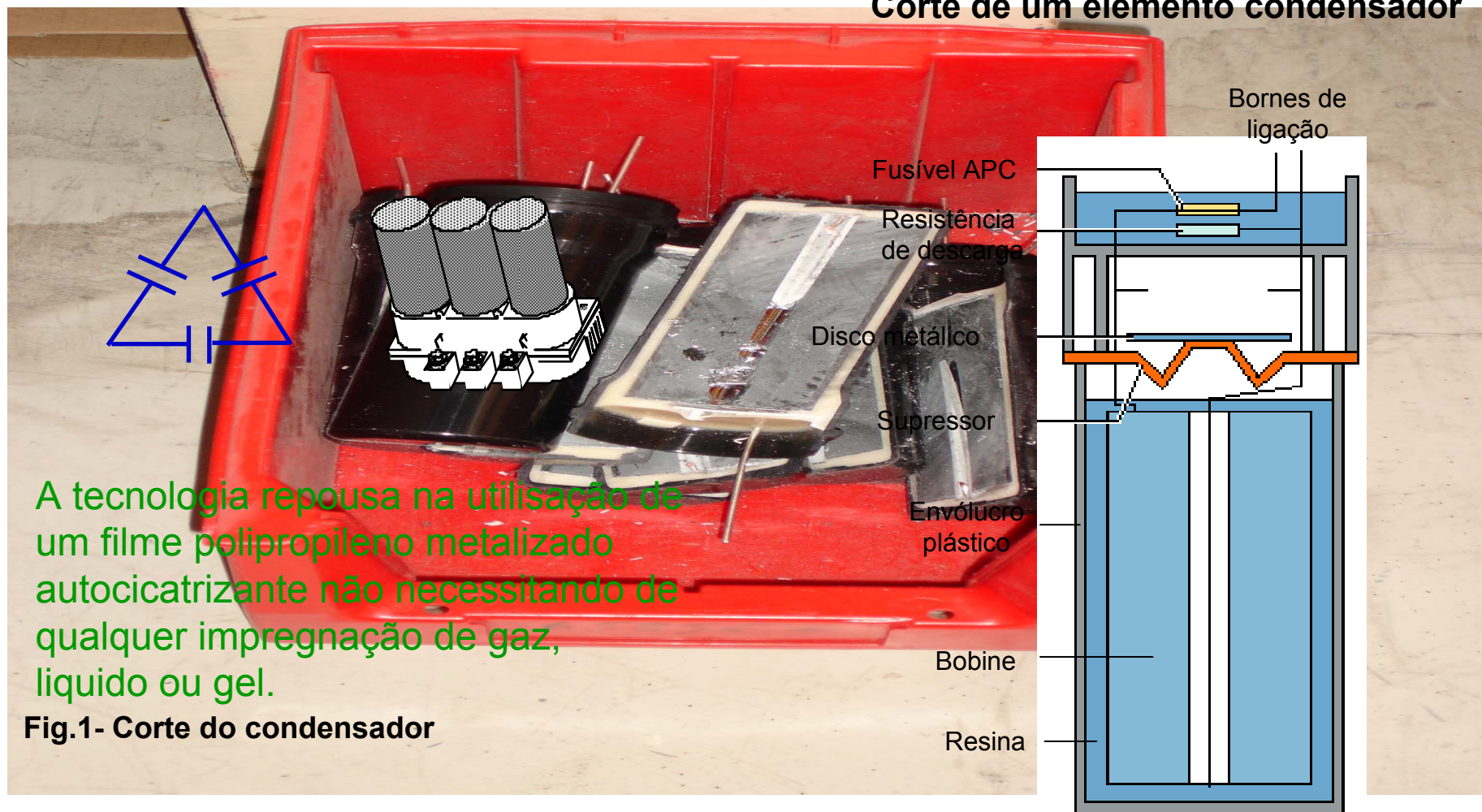
Baterias de condensadores, são então conjuntos de condensadores, que dentro da gama  se designam por **VARPLUS+ HQ** (na BT).

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

Compensação de energia reactiva



Corte de um elemento condensador



A tecnologia repousa na utilização de um filme polipropileno metalizado autocicatrizante não necessitando de qualquer impregnação de gaz, liquido ou gel.

Fig.1- Corte do condensador

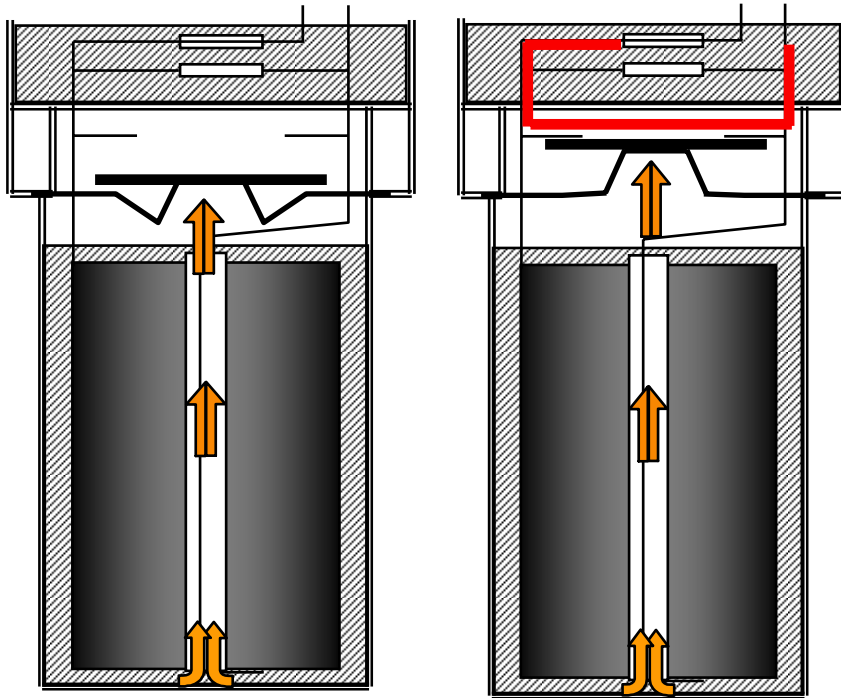
Compensação de energia reactiva



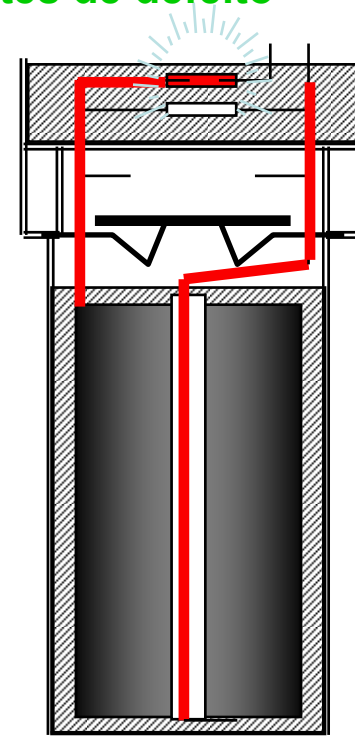
Protecção interna do condensador.

O sistema de protecção HQ, integrado em cada elemento de condensador oferece uma protecção contra 2 tipos de defeito encontrados em fim de vida dos condensadores.

Funcionamento para pequenas correntes de defeito persistentes...



Funcionamento para grandes correntes de defeito



Aumento interno da temperatura ➡ aumento da pressão do gaz,!

Curto-circuito externo !

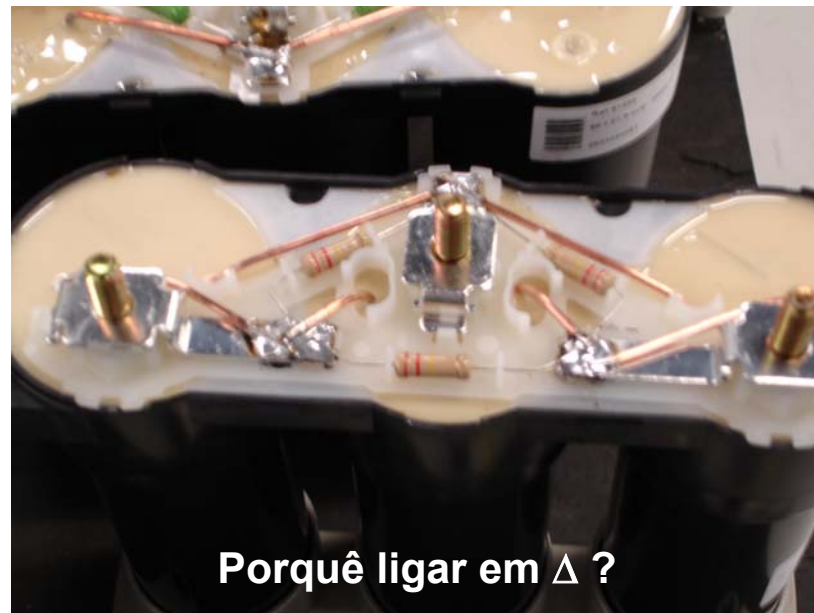
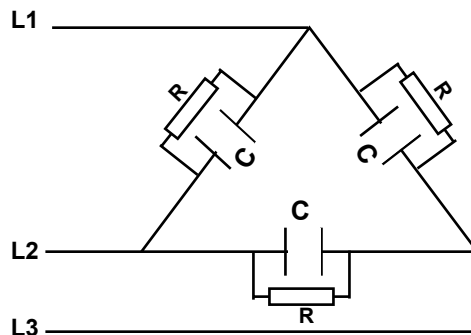
Compensação de energia reactiva



HQ de Haute Qualité (Alta Qualidade)

- ☐ Duplo isolamento
- ☐ Sistema de ligação de segurança

Os condensadores **VARPLUS⁺** são constituídos por capacidades unitárias monofásicas ligadas em *Triângulo*,



Compensação de energia reactiva



A potência de um condensador trifásico é dada por:

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

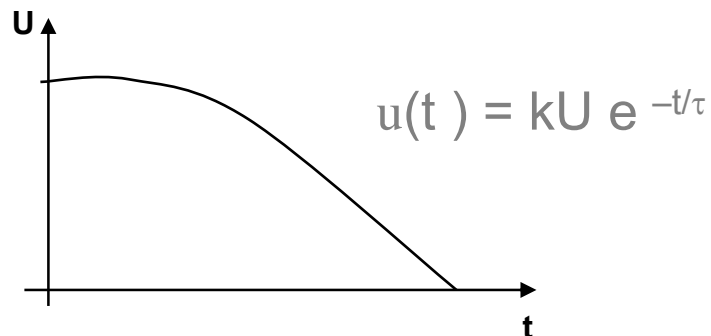
$$I_c = U / Z_c = U \omega C$$

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

↑
400 V

Desta forma temos capacidades menores para a mesma potência do que se fosse em Y, logo condensadores de menor volume.

□ Curva de descarga do condensador



$$\tau = 1 / RC$$

$$50V / 60s$$

Compensação de energia reactiva

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

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

E – constante de rigidez dieléctrica

S – superfície das armaduras

e – espessura do dieléctrico

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. Sobretensões de curta duração: 20% durante 5mn
4. Sobreintensidades devido às harmónicas: 30%
5. Classe de temperatura -25°C a +55°C.

❑ As normas

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



Compensação de energia reactiva

Tipo de compensação



- ❖ **Compensação fixa**

- ❖ **Compensação automática**



- ❖ **Compensação global**

- ❖ **Compensação parcial**

- ❖ **Compensação individual**

Compensação de energia reactiva



Compensação fixa.

Colocação em serviço de um módulo (Tudo ou Nada).

⇒ Quando a carga é relativamente estável

se potência reactiva < 15% S_n em kVA

Compensação automática.

(por escalões)



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

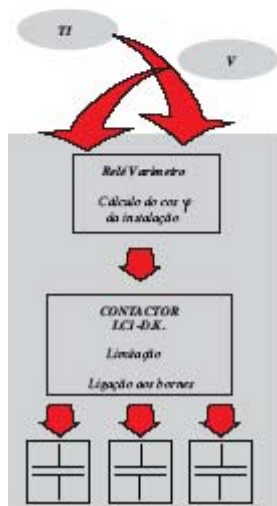
⇒ regulação passo a passo da energia reactiva (relé varimétrico).

se potência reactiva > 15% S_n em kVA

Compensação de energia reactiva



=



Compensação automática

O Relé Varimétrico

A sua principal função é medir o $\cos \varphi$ da instalação e dar ordem aos contactores para se aproximar o mais possível do $\cos \varphi$ objectivo, ligando os diferentes escalões de potência reactiva, para além desta função os relés incorporam funções complementares de auxílio à manutenção.

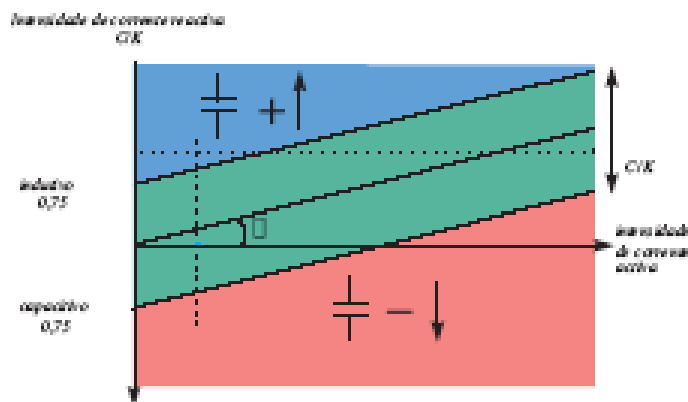
Parametrização do R. V.

- ☐ O $\cos \varphi$ desejado na instalação
- ☐ A relação C/K

Compensação de energia reactiva



O que é o C/K ?



- O relé varimétrico é o componente que decide a entrada ou saída dos diferentes escalões de potência, em função de 3 parâmetros:
- O $\cos \varphi$ que se pretende na instalação,
- O $\cos \varphi$ que existe em cada momento, na instalação, a intensidade de corrente do primeiro escalão.
- A entrada de corrente no relé varimétrico faz-se por um TI cuja relação é $X / 5A$.
- Para que o relé possa tomar a decisão de ligar ou desligar um escalão deve saber qual vai ser a intensidade de corrente reactiva que vai introduzir na instalação, é esta informação que é transmitida ao secundário do TI.

Compensação de energia reactiva



O que é o C/K ?

- Fórmula:
- C – Corrente do 1º escalão da bateria de condensadores
- K – relação de transformação do TI
- EX 1
Bateria de 70 KVAR
Escalões 7x10 KVAR
 $C = 10\,000 / \sqrt{3} \times 400 = 14,43 \text{ A}$
- TI – 700/5 A K = 140
- $C/K = 14,43 / 140 = 0,103 \text{ A}$

EX 2

Bateria de 70 KVAR
Escalões 7x10 KVAR

cos φ objectivo programado no relé 0,98
dados da instalação

P = 160 KW

Cos $\varphi = 0,87$

Qc para alcançar valor objectivo --- **$Q_c = P \Delta \text{tg } \varphi$**

$Q_c = 160 \times 0,36 = 57,6 \text{ KVAR}$ a bateria flutuaria
constantemente entre 50 e os 60 KVAR.

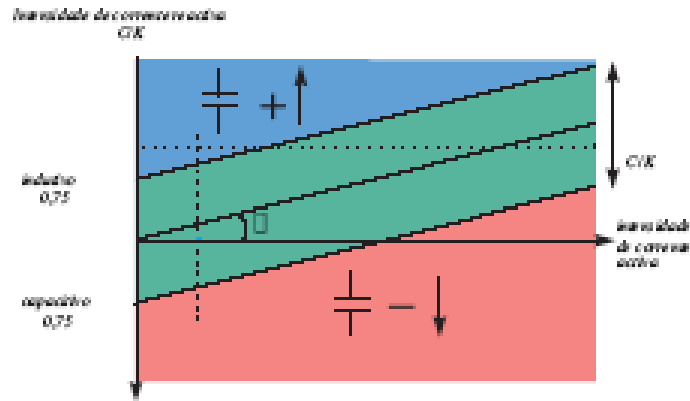
Para evitar esta operação instável existe o C/K.

Na fig. ao lado a banda verde indica a zona de funcionamento estável do relé, podendo o cos φ obtido não ser exactamente o objectivado, não liga nem desliga escalões.

Compensação de energia reactiva



O que é o C/K ?



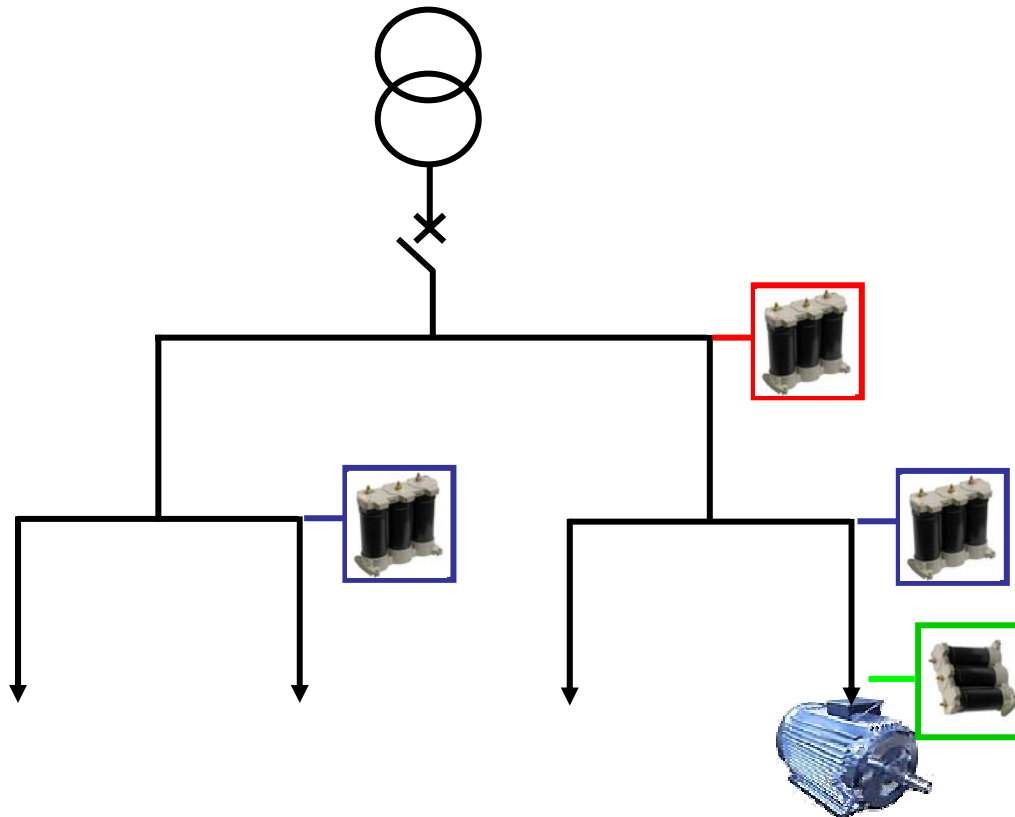
Acima da banda C/K o RV liga escalões
Abaixo desliga escalões.

Um ajuste baixo de C/K implica trabalho dos
contactores, um C/K elevado pressupõe uma
banda muito larga e risco de não alcançar o
 $\cos\phi$ objectivo.

Compensação de energia reactiva



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**

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

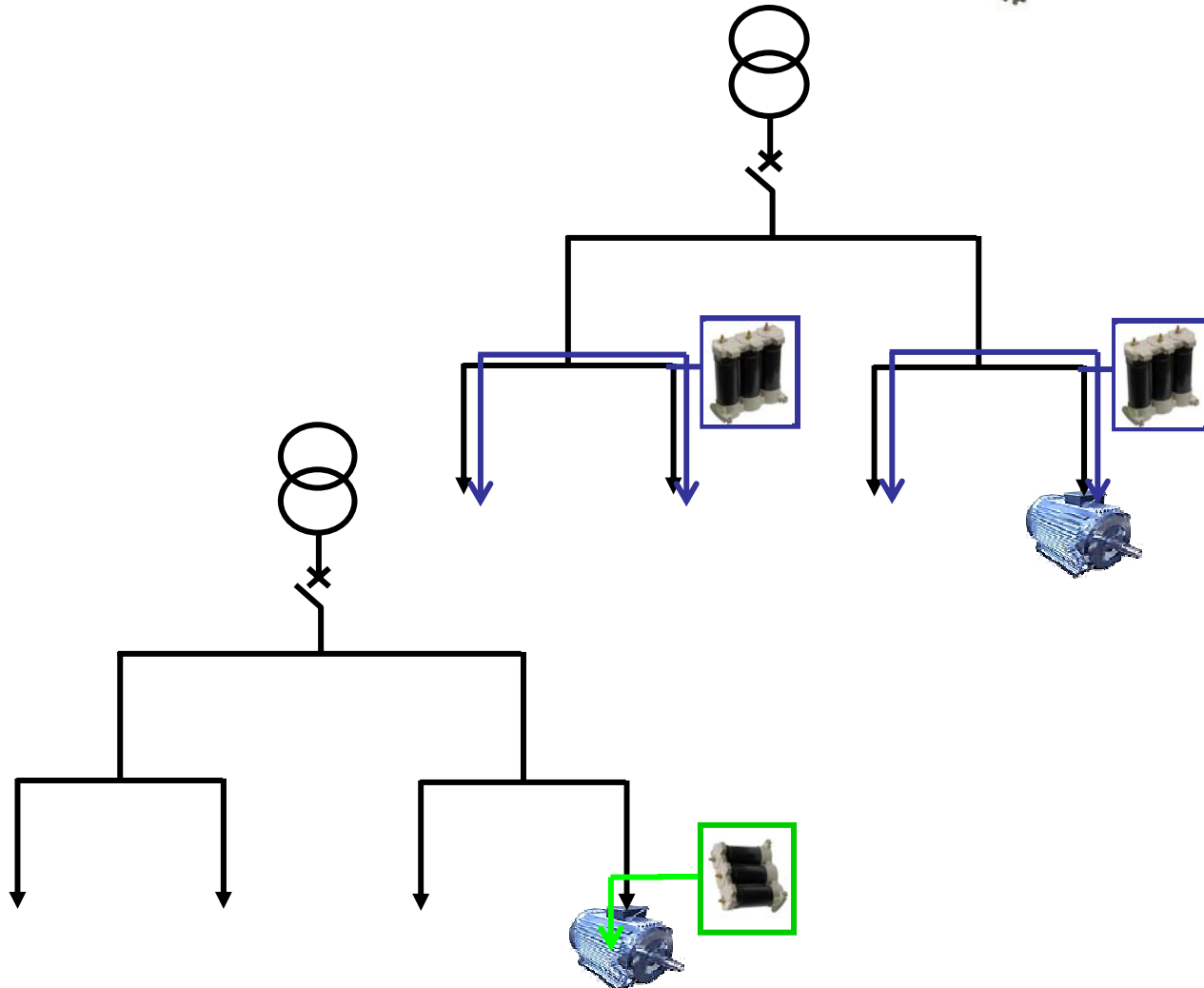
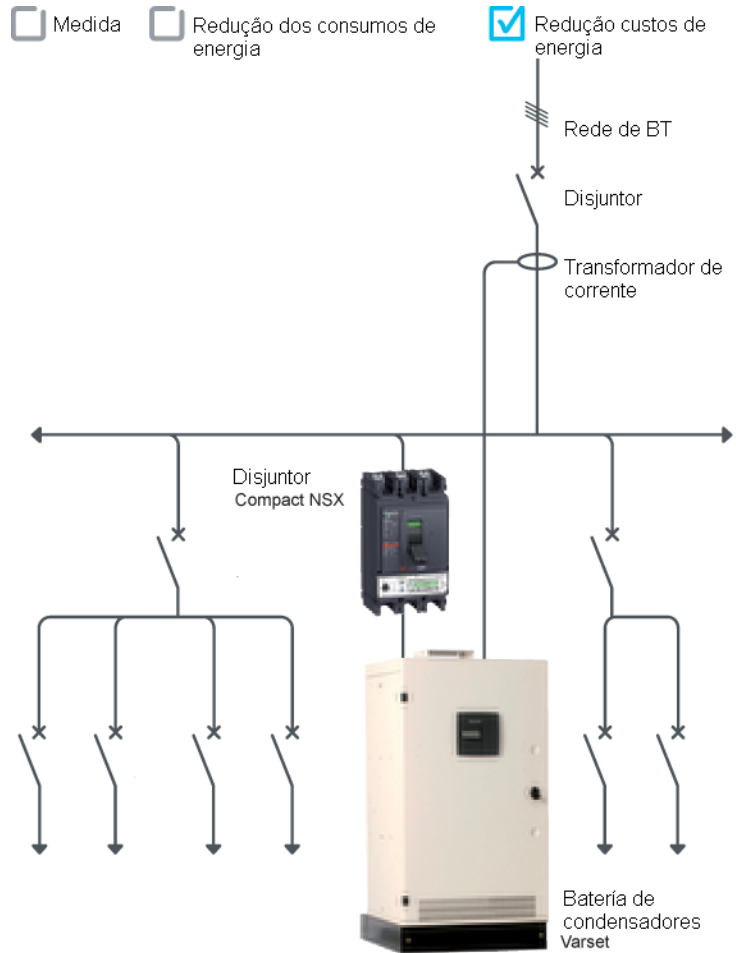
Compensação individual :

Compensação individual da carga.

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

Energia Reactiva

Compensação de energia reactiva



Compensação de energia reactiva

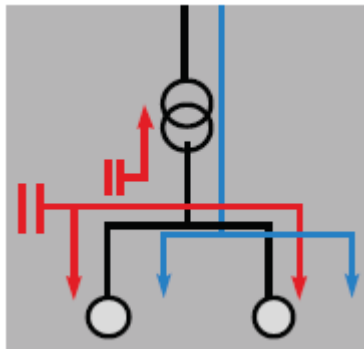


Compensação fixa de transformadores



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 transf., isto porque a bateria só vê o consumo de reactiva a jusante do TI.



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

Fluxo de potências num transf. com compensação fixa.

Compensação de energia reactiva



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 reactiva



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 reactiva



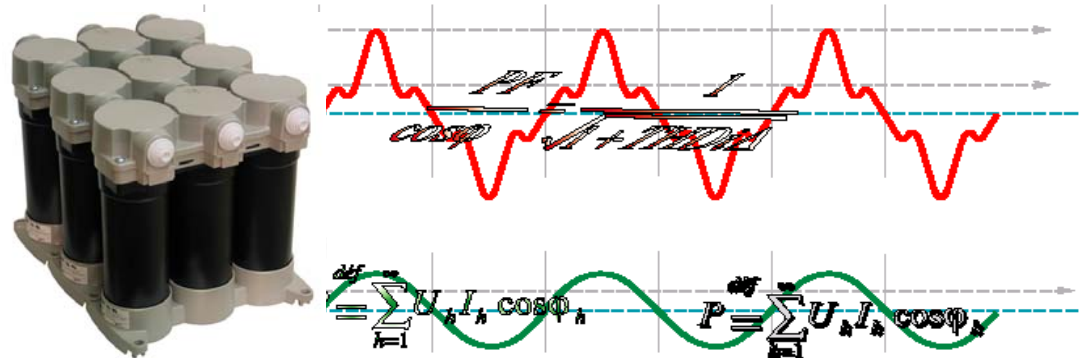
Compensação em presença de harmónicas.

⇒ Influência importante sobre os condensadores:

O fenómeno pode ser amplificado pela ressonância.

$$Z_c = 1/\omega C \quad \text{com } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

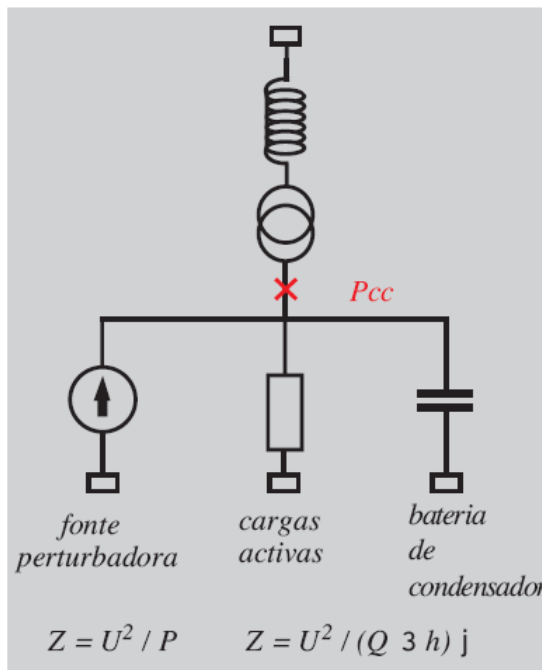
==> utilização de condensadores adaptados!



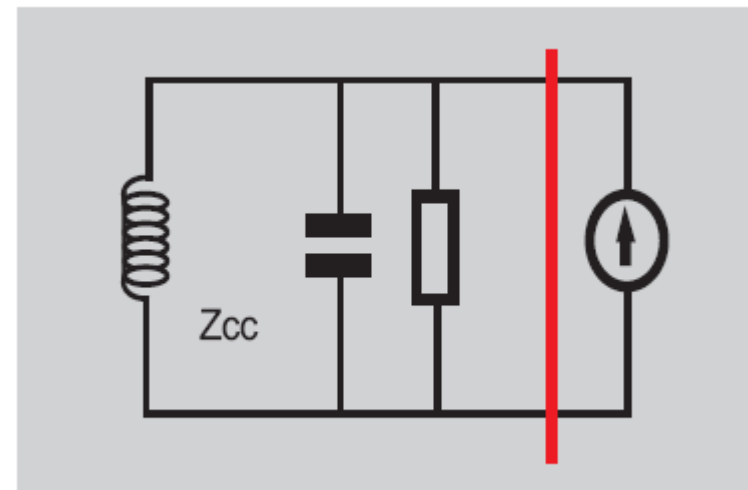
Compensação de energia reactiva



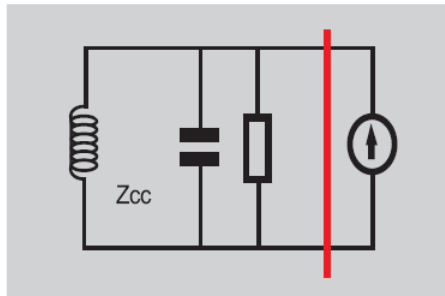
Modelo de uma instalação tipo



Esquema equivalente de Thevenin

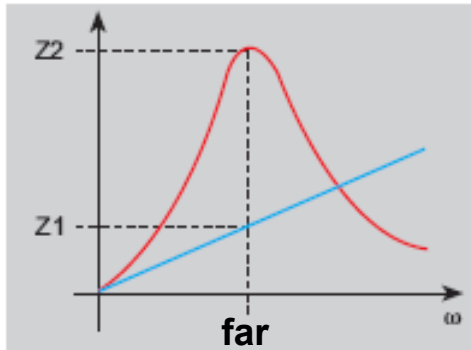


Compensação de energia reactiva



Ressonância paralela

Toda a instalação a montante do barramento é vista simplificada como uma indutância representada por Z_{cc} , que vista do barramento está em paralelo com a bateria de condensadores.

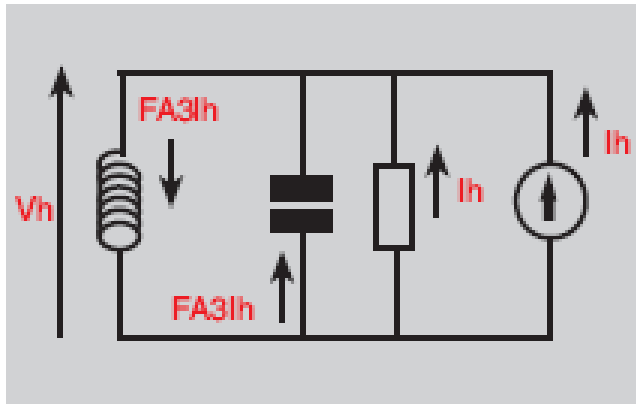


Esta associação provoca o fenómeno de ressonância paralela do sistema, nesta situação a uma dada frequência o valor da impedância indutiva do circuito tende para infinito.

Na figura ao lado temos este fenómeno representado sendo que o quociente entre Z_2 e Z_1 é o factor de amplificação a **far**.

- rede com condensador
- rede sem condensador (a impedância varia linearmente em função da frequência)

Compensação de energia reactiva



Conclusão:
As correntes harmónicas injectadas pelos poluidores são amplificadas pelo circuito LC

Frequência de anti-ressonância estimada:

$$F_{ar} = \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q_c}}$$

Factor de amplificação:

$$FA = \frac{\sqrt{Q_c \times S_{cc}}}{P}$$

Compensação de energia reactiva



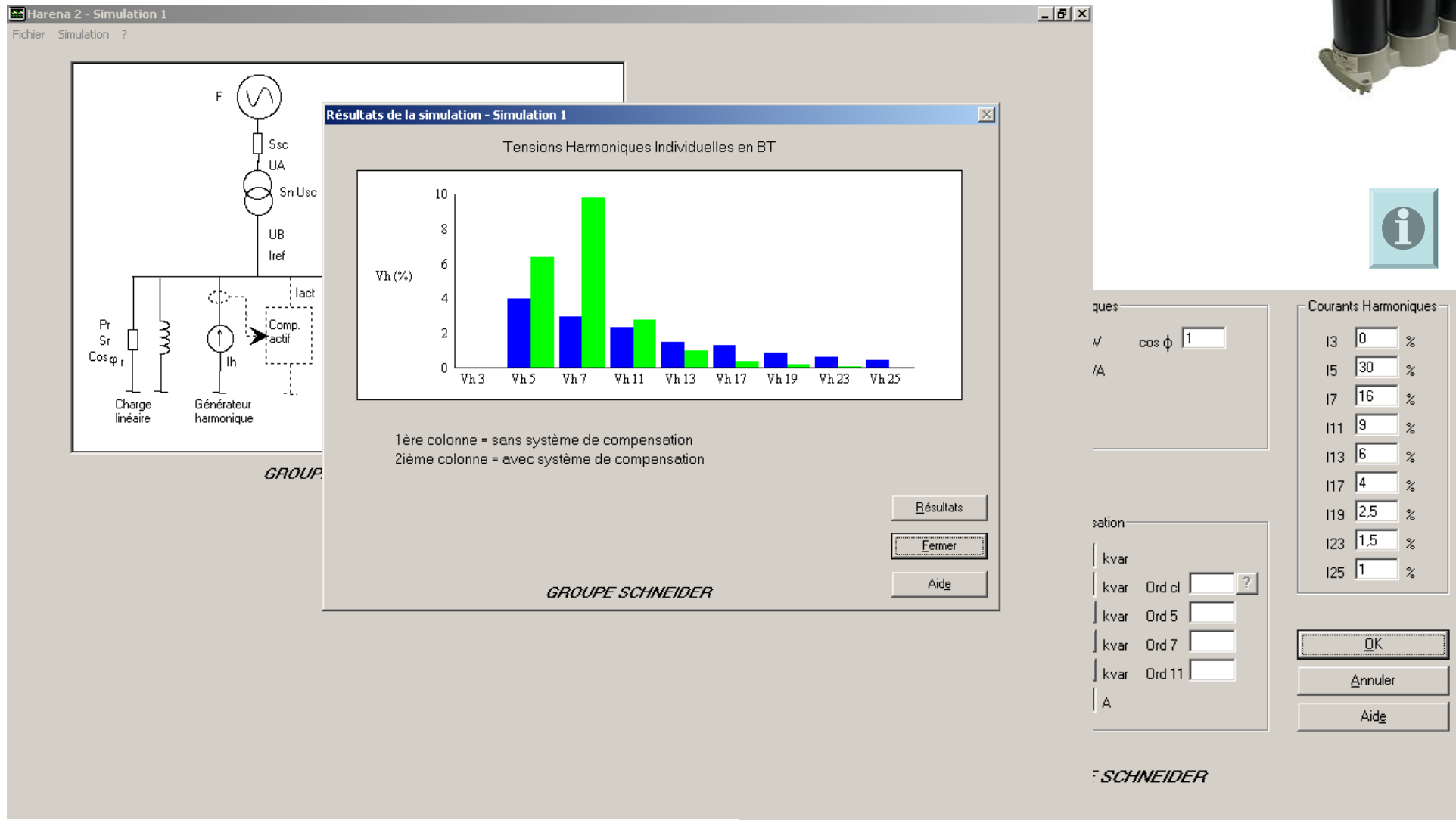
Soluções

❑ Para fontes de valor inferior a 2 MVA

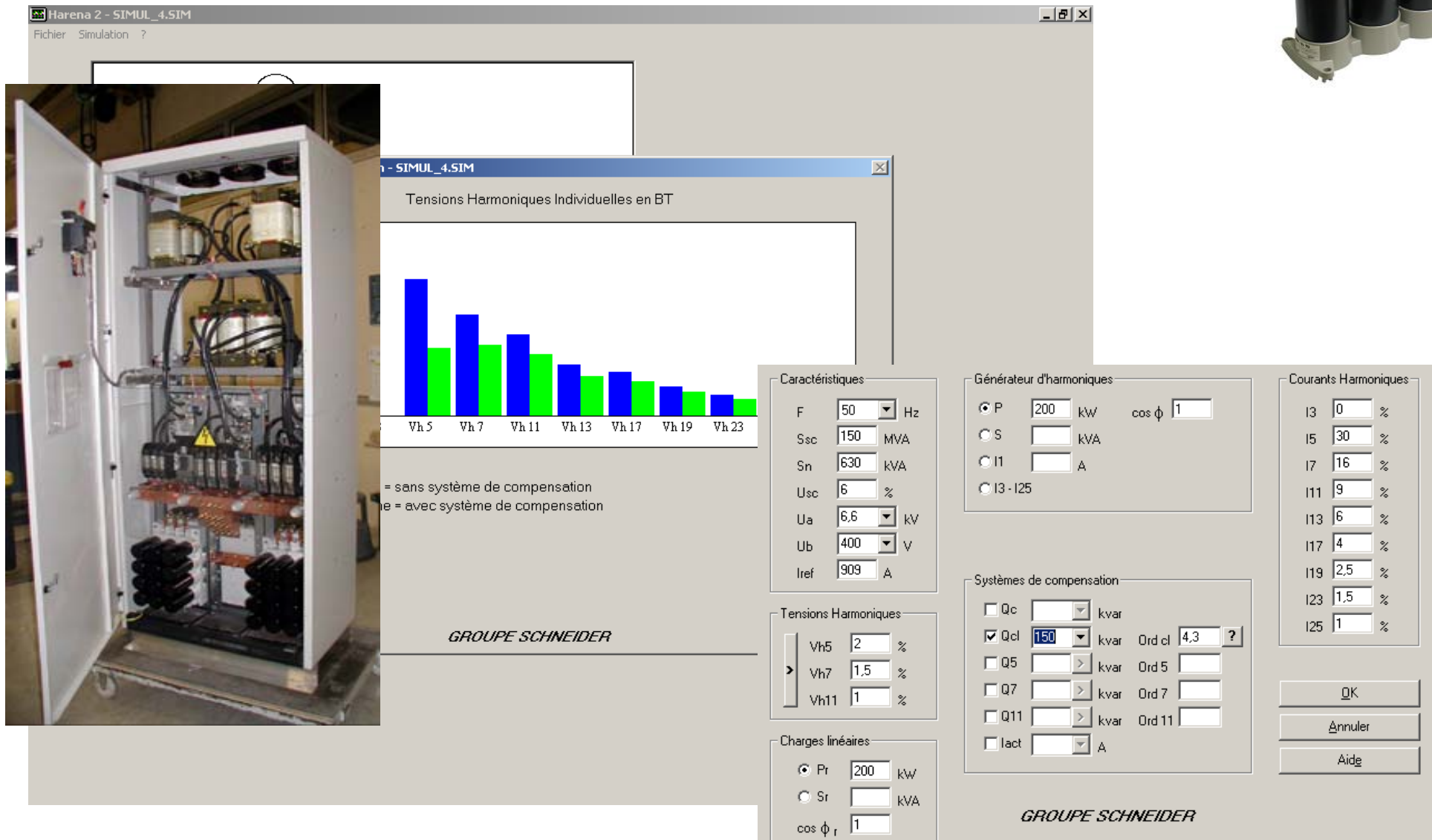
G_h / S_n	0 a 15 %	15 a 25 %	25 a 60 %	> 60%
rede	standard	poluída	fortemente poluída	
Tipo condensadores	Classic	tensão condensadores aumentada (470 V) Comfort	tensão condensadores aumentada + indutância anti-harmónica Harmony	<u>FILTROS</u>

Nota: regra habitual – não se devem ligar condensadores standard em instalações que apresentem taxas de distorção superiores a 8% .

Compensação de energia reactiva



Compensação de energia reactiva



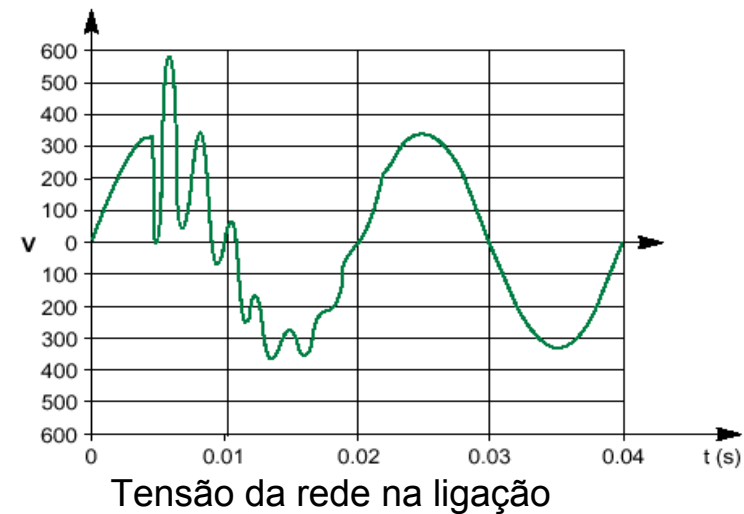
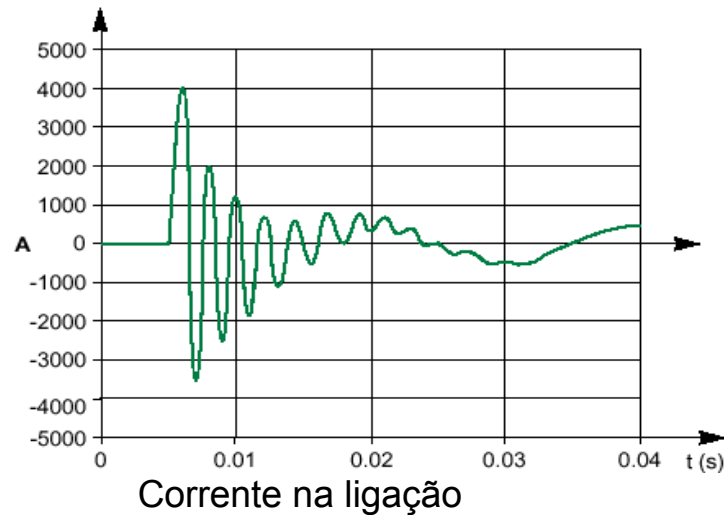
Compensação de energia reactiva



Fenómenos transitórios

Regime transitório de ligação

Na ligação ==> **sobrecarga + sobretensão !**



O sistema automático (por escalões) amplifica o fenómeno.



Compensação de energia reactiva



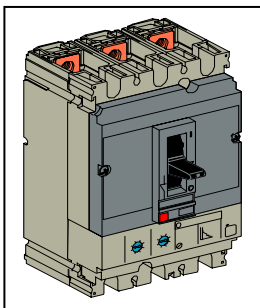
As baterias automáticas são equipadas de contactores com uma resistência de limitação da corrente de ligação

==> isto permite:

- Não atingir a corrente de crista máxima permitida pelos condensadores
- aumentar o tempo de vida útil dos contactores

Regras para dimensionamento de cabos e aparelhagem de corte e protecção:

$$I_N = I_{nc} \times 1,36$$



$$I_r \text{ ou } I_n > 1,36 \times I_{ncapa}$$

$$I_m > 10 \times I_{ncapa}$$

Compensação de energia reactiva



Escolha de uma bateria de condensadores.

2 etapas:

1. Cálculo da potência reactiva necessária Q_c .

cálculo feito apartir de:

- - facturas de electricidade
 - dos dados eléctricos da instalação

2.Escolha do tipo de equipamentos para compensação .

Equipamento tipo, Classic, Comfort , Harmony

Compensação de energia reactiva



Factura de electricidade

- Facturas dos 12 últimos meses.
- Consider o valor de $\text{tg } \varphi$ indicado em cada factura .
- tomar a potência activa (kW) mais elevada de cada factura.
- Aplicar a seguinte fórmula:

$$Q_c = P \text{ (kW)} \times (\text{tg } \varphi - \text{tg } \varphi_c) = P K$$

Dados da instalação

- Realizar o balanço de potência activa e reactiva de todos os receptores.
- Ter em conta os factores de utilização (K_u) e de simultaneidade (K_s).
- Calcular as potências totais (activas e reactivas).
- Calcular a $\text{tg } \varphi$ 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 & $\cos \varphi$)





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 – Potência de Ponta

P2 – Potência Horas de Cheio

P3 – Potência Vazio

P3 – Potência Super Vazio

Pc – Potência contratada

PINGO DOCE - DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR, SA

R ACTOR ANTÓNIO SILVA 7

1600-404 LISBOA

12º SERV PARTILH PORTUGAL

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 Fornecida 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 η 1	Cos η (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 η (correção)	Tan η 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



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

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 41,41 kW (dias)			39
Potência horas de ponta 7,62 kW (dias)			39
Termo tarifário fixo (dias)			39

Taxa Exploração DGEG

IVA (6% de € 849,06)

Total*

Outros Débitos / Créditos

Contribuição áudio-visual (Nota de Débito n.º 00234605415)

IVA (6% de € 1,74)

Total

Total facturado

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 $tg\phi \geq 0,5$ e em 1 de Janeiro de 2012 o referente ao escalão $0,4 > tg\phi \geq 0,3$.

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

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

Compensação de energia reactiva



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
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 reactiva



Quadro que nos dá o valor de 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

$$Q = P \times \text{factor}$$

$$Q = P \times 0,679$$

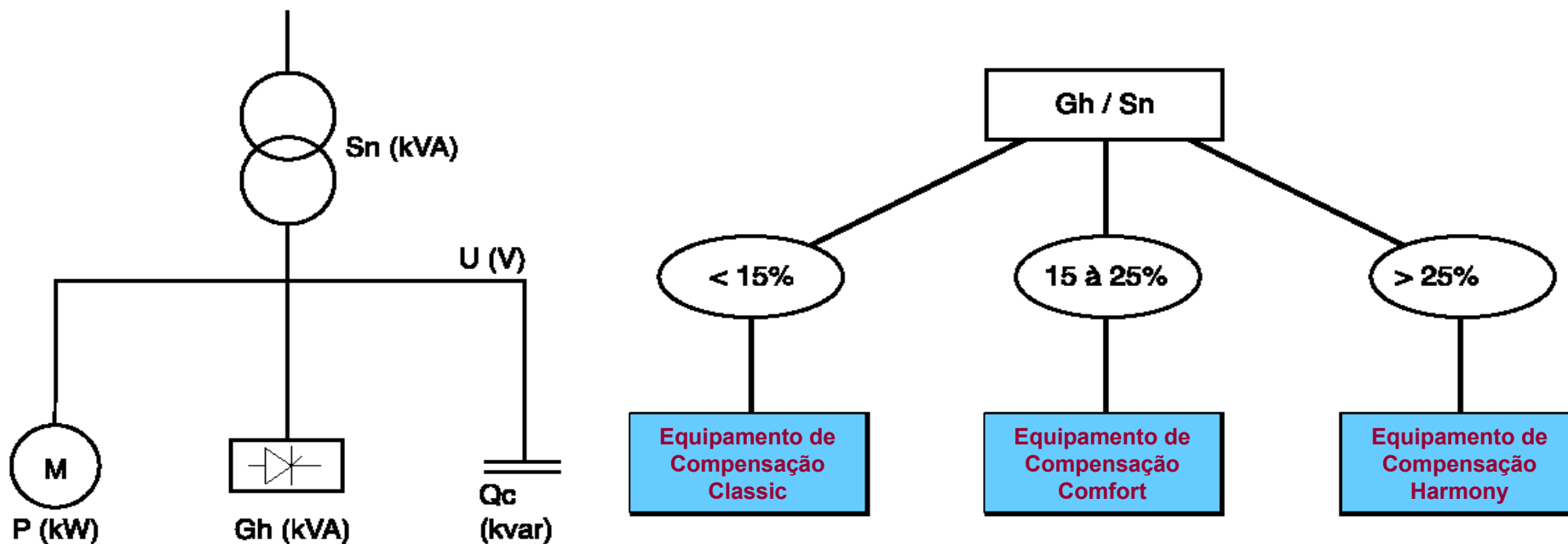


Compensação de energia reactiva



Escolha do tipo de equipamento

3 tipos de acordo com o nível de poluição harmónica!! (G_h/S_n)



S_n : Potência aparente nominal do transformador

G_h : Potência aparente das cargas não lineares

Q_c : Potência da bateria de condensadores

Tipo Comfort : sobre isolamento até 470V

Tipo Harmony : com self anti-harmónica