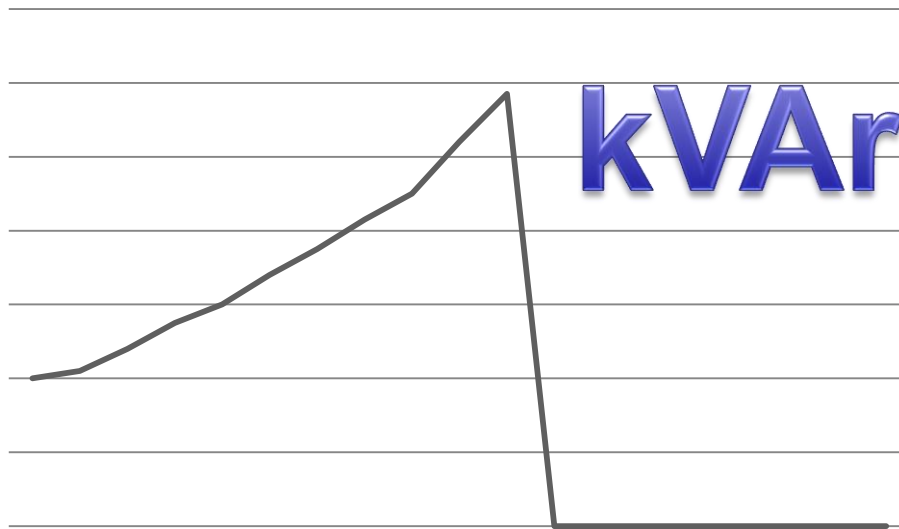




Sistemas para Compensação do Fator de Potência





Conteúdos

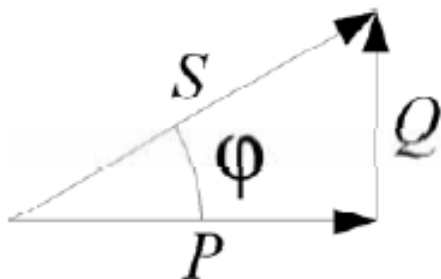
- 1 - Energia reativa
- 2 - Legislação
- 3 - Inconvenientes energia reativa
- 4 - Constituição de um sistema típico de correção de fator de potência
- 5 - Baterias de condensadores Cydesa
- 6 - Dimensionamento de baterias de condensadores
- 7 - Instalação de baterias de condensadores
- 8 - Harmónicas
- 9 - Sistemas de monitorização de energia reativa
- 10 - Conclusões

O que é a energia reativa?

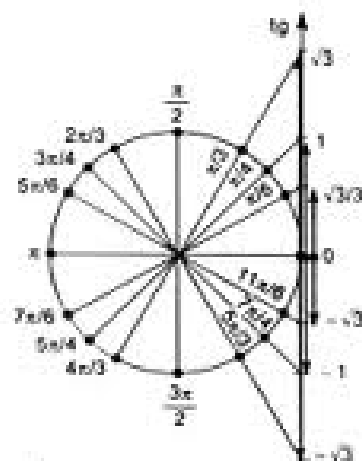
- Em eletrotecnia consideram-se três conceitos de potência: Ativa (P), Reativa (Q), e Aparente (S), que estão relacionadas da seguinte forma:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

- A expressão anterior é representada pelo triângulo retângulo exposto seguidamente:



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{Q}{P} \\ \cos \varphi &= \frac{P}{S} \end{aligned}$$



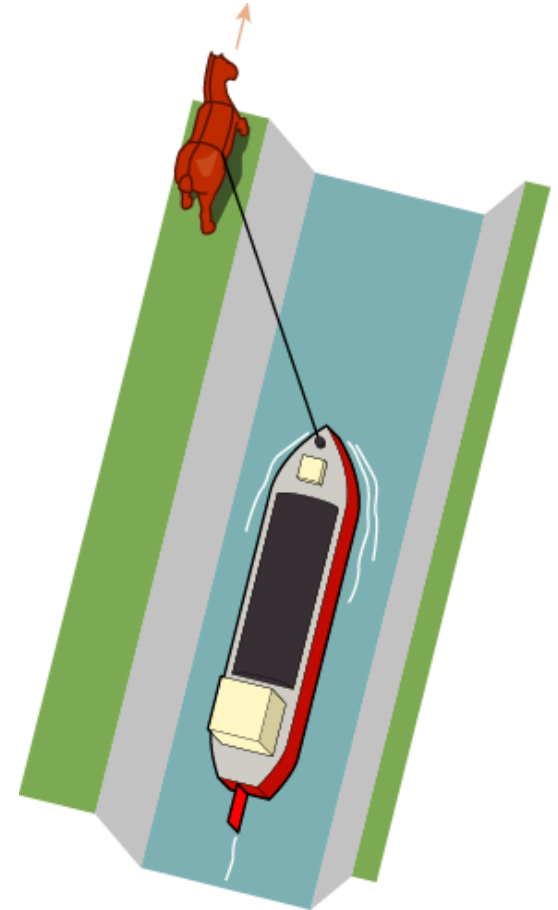
O que é a energia reativa?

Tendo como analogia um cavalo puxando um barco da margem:

- O trabalho realizado é o mesmo estando na margem ou na frente do barco
- Sem compensação, o barco irá para a margem

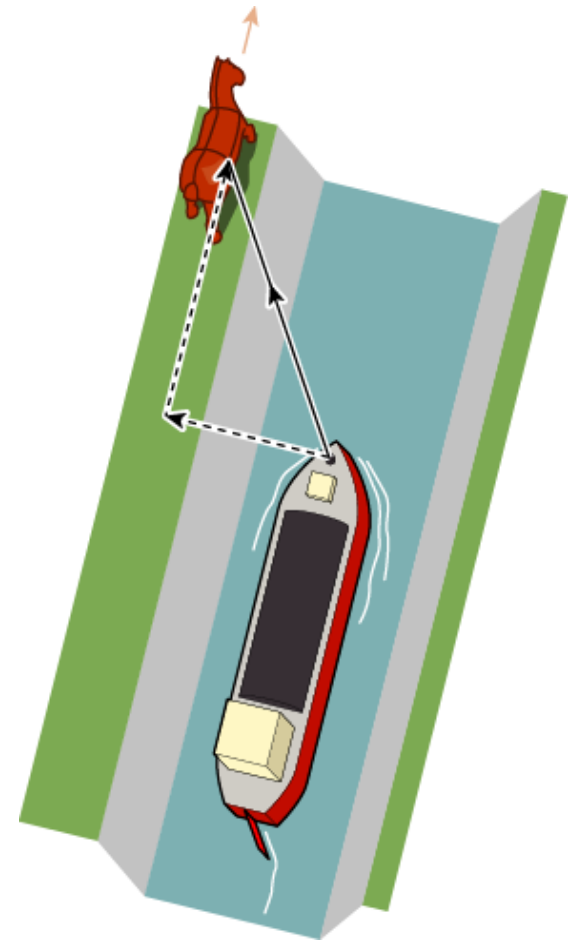
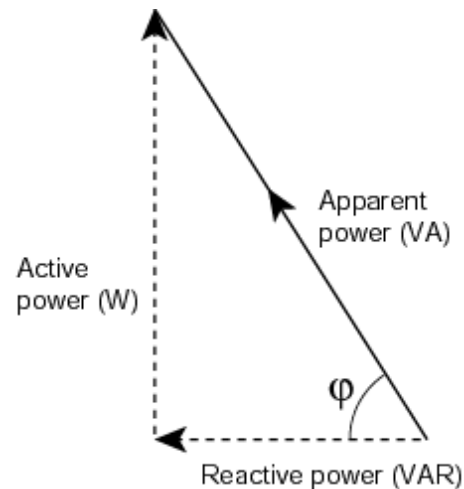
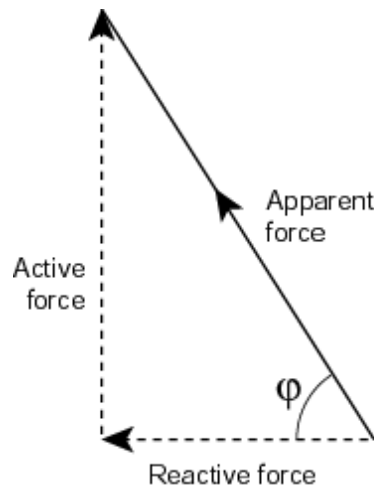
Consequências:

- O leme irá introduzir perdas
- Não estando alinhado, a capacidade do cavalo fica limitada

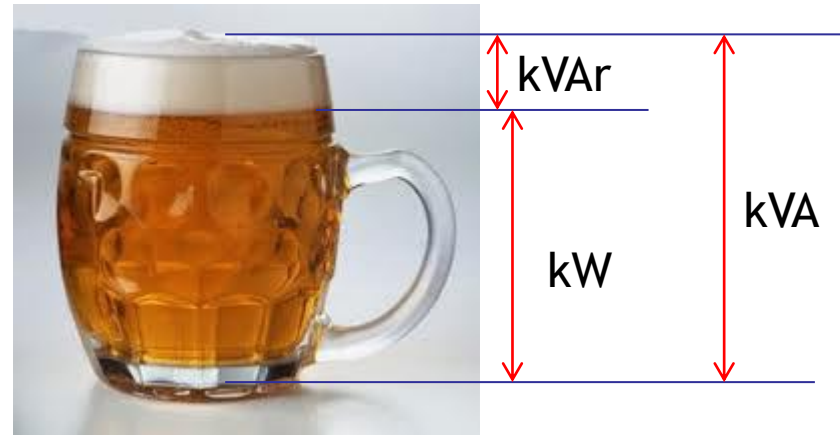
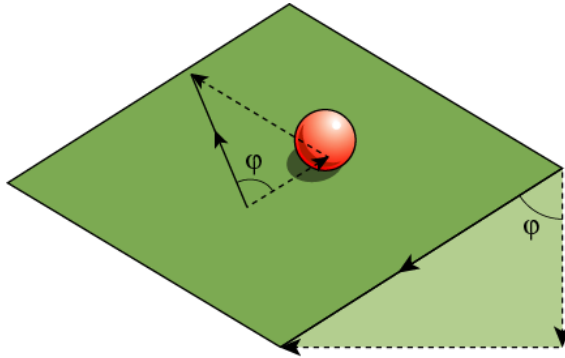


O que é a energia reativa?

A representação do vetor da força necessária para puxar o barco é similar ao vetor representativo da energia reativa.



O que é a energia reativa?



Trajetória real



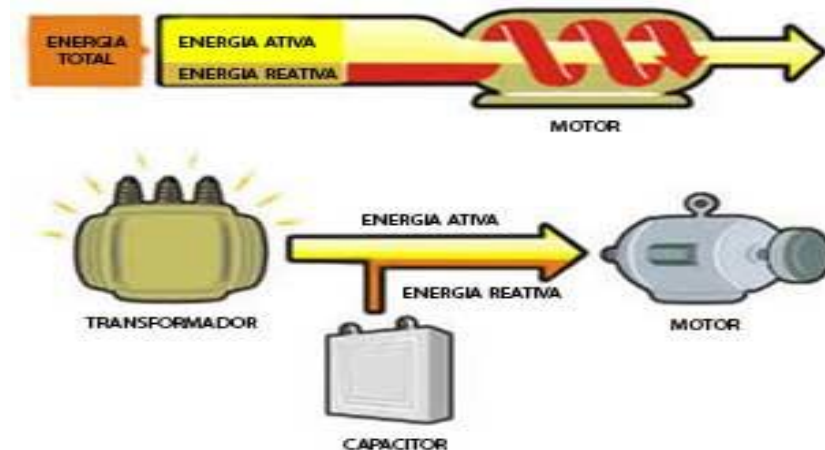
Potência reativa

Trajetória ideal



A energia associada à magnetização de grandes motores ou transformadores é denominada energia reativa. Fisicamente esta energia não produz trabalho. No entanto, é um elemento essencial ao funcionamento dos referidos equipamentos.

Em consequência disso terá de ser a rede elétrica (ou condensadores) associada a esses equipamentos a fornecer a energia reativa. Dessa forma incrementa um consumo maior, provocando perdas nos equipamentos e diminuindo o seu rendimento. Provoca também um incremento significativo na fatura energética do cliente final.



Como evitar a faturação de energia reativa?

Como calcular a potência de uma bateria de condensadores?

Como instalar uma bateria de condensadores?

Porque pago energia reativa?

Qual o custo da energia reativa?

A minha instalação consome energia reativa?

Todas as baterias de condensadores são iguais?

O cos é igual ao F.P?

O que vou almoçar?

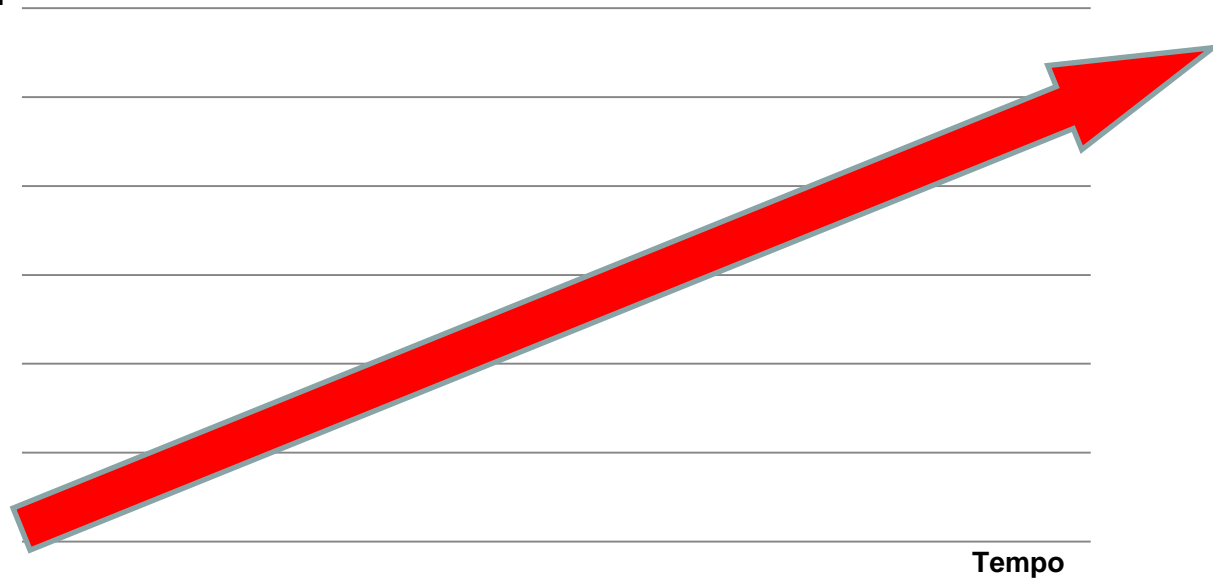




De uma coisa temos a certeza!!

Custo energia

€/kVA_{rh}
€/kWh



A energia reativa é faturada com o objetivo de promover comportamentos relativos à compensação desta energia nas instalações, que contribuam para uma utilização mais eficiente das redes elétricas, em linha com os objetivos indicados no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) de redução das perdas nas redes de transporte e distribuição.

O Despacho n.º 7253/2010, de 26 de Abril, aprovou o regime jurídico aplicável à faturação de energia reativa indutiva e capacitiva, relativas à utilização da rede de transporte e à utilização da rede de distribuição.

Em suma, neste diploma podem-se destacar os seguintes temas:

- A faturação de energia reativa será efetuada a partir do limiar mínimo de 30% em relação à energia ativa (antes 40%)
- Inclusão de fatores multiplicativos por escalões:
 - 1º escalão (2012): $0,3 \leq \tan \varphi < 0,4$ ($0,95 \geq \cos \varphi > 0,93$) - FM: 0,33
 - 2º escalão: $0,4 \leq \tan \varphi < 0,5$ ($0,93 \geq \cos \varphi > 0,89$) - FM: 1
 - 3º escalão: $\tan \varphi \geq 0,5$ ($\cos \varphi \leq 0,89$) - FM: 3
- Entrada em vigor do período de integração diário para entregas do operador da rede de transporte ao operador da rede de distribuição (isenção nas ilhas que continua mensal e MT,AT,MAT até 1 Jan 2012).
- Passam a ter isenção de faturação (para além das novas instalações) as instalações que tenham uma variação de pelo menos 50% na potência contratada, durante 8 meses. A isenção terá de ser solicitada.

Antes	2011	2012
Energia reativa consumida fora das horas do vazio a partir de $\text{tg} > 0,4$	Entrada em vigor do escalão correspondente a $\text{tg} > 0,5$ e a integração diária para clientes BTE	Entrada em vigor do escalão correspondente a $0,3 < \text{tg} < 0,4$ e a integração diária no cálculo para os clientes MT, AT e MAT
Valor de consumo faturado com fator multiplicativo 1	Entrada em vigor dos novos fatores multiplicativos	
Energia reativa consumida fora das horas de vazio faturada a partir do limiar de 40% de consumo em relação à energia ativa no mesmo período		Energia reativa consumida fora das horas de vazio faturada a partir do limiar de 30% de consumo em relação à energia ativa no mesmo período
Energia capacitiva injetada na rede nos períodos de vazio é faturada, não existindo previsão de alteração		

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM BTE		PREÇOS	
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia)*
		26,03	0,8559
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia)*
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	11,348	0,3731
	Contratada	0,495	0,0163
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	17,241	0,5668
	Contratada	1,247	0,0410
Energia activa		(EUR/kWh)	
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	0,1921	
	Horas cheias	0,1028	
	Horas vazio normal	0,0677	
	Horas super vazio	0,0628	
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	0,1287	
	Horas cheias	0,0938	
	Horas vazio normal	0,0588	
	Horas super vazio	0,0548	
Energia reactiva		(EUR/kvarh)	
		Fornecida	0,0220
		Recebida	0,0168

Fonte: ERSE

TARIFA TRANSITÓRIA DE VENDA A CLIENTES FINAIS EM MT		PREÇOS	
Termo tarifário fixo		(EUR/mês)	(EUR/dia)*
		44,41	1,4602
Potência		(EUR/kW.mês)	(EUR/kW.dia)
Tarifa de longas utilizações	Horas de ponta	8,301	0,2729
	Contratada	1,291	0,0424
Tarifa de médias utilizações	Horas de ponta	8,376	0,2754
	Contratada	1,175	0,0386
Tarifa de curtas utilizações	Horas de ponta	12,915	0,4246
	Contratada	0,457	0,0150
Energia activa		(EUR/kWh)	
Tarifa de longas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1100
		Horas cheias	0,0842
		Horas de vazio normal	0,0535
		Horas de super vazio	0,0500
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1135
		Horas cheias	0,0866
		Horas de vazio normal	0,0556
		Horas de super vazio	0,0517
Tarifa de médias utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1158
		Horas cheias	0,0874
		Horas de vazio normal	0,0544
		Horas de super vazio	0,0510
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1221
		Horas cheias	0,0877
		Horas de vazio normal	0,0575
		Horas de super vazio	0,0534
Tarifa de curtas utilizações	Períodos I, IV	Horas de ponta	0,1830
		Horas cheias	0,0958
		Horas de vazio normal	0,0613
		Horas de super vazio	0,0573
	Períodos II, III	Horas de ponta	0,1834
		Horas cheias	0,0956
		Horas de vazio normal	0,0615
		Horas de super vazio	0,0574
Energia reactiva		(EUR/kVArh)	
	Fornecida	0,0193	
	Recebida	0,0145	

Fonte: ERSE

Alguns inconvenientes da energia reativa

Transportador e distribuidor

- Instalação de alternadores de maior potência, logo mais caros
- Diminuição do rendimento e aumento das perdas dos alternadores
- Instalação de transformadores e aparelhagem de protecção, comando e manobra mais cara

Produtor

- Secção dos condutores das linhas e cabos mais elevada (aumento de corrente), logo os condutores são mais pesados, tornando as instalações mais caras
- Postes e isoladores de apoio das linhas aéreas com maiores dimensões, logo mais caros
- Transformadores de maior potência, logo mais caros
- Aparelhagem de protecção, comando e manobra mais cara
- Quedas de tensão e perdas por efeito de Joule nas linhas e cabos

- Secções dos condutores mais elevadas
- Quedas de tensão e perdas mais elevadas
- Calibres superiores das aparelhagens de Protecção, Comando e Manobra
- Transformadores de maior potência (se estes existirem)
- Penalizações na fatura de electricidade

Utilizador

Detalhe da Factura

Factura nº 10420881721 de 04 de Abril de 2011

Electricidade	Data inicial	Data final	Qtd.	Preço(€)	Valor(€)	IVA(%)
En. Activa vazio normal (kWh)	2011-03-05	2011-04-04	3969	0,0677	268,70	6
En. Activa super vazio (kWh)	2011-03-05	2011-04-04	2653	0,0628	166,61	6
En. Activa ponta (kWh)	2011-03-05	2011-04-04	2677	0,1921	514,25	6
En. Activa vazio super (kWh)	2011-03-05	2011-04-04	6285	0,1028	646,10	6
Escalão 2 de En.React.cons.FV (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	896	0,0220	19,71	6
Escalão 3 de En.React.cons.FV (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	7277	0,0660	480,28	6
En. Reactiva fornecida vazio (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	0	0,0168	0,00	6
Potência contratada 43,00 kW (dias)			31	0,0163	21,73	6
Potência horas de ponta 21,59 kW (dias)			31	0,3731	249,71	6
Termo tarifário fixo (dias)			31	0,8559	26,53	6
Taxa Exploração DGEG			1	0,3500	0,35	6
IVA (6% de €2.393,97)					143,64	
Total*					2.537,61	

-Escalão 2: $0,4 \leq \text{tg } \varphi < 0,5$ ($0,93 \geq \cos \varphi > 0,89$)
FM: 1=0,022€

-Escalão 3: $\text{tg } \varphi \geq 0,5$ ($\cos \varphi \leq 0,89$)
FM: 3=3x0,022€

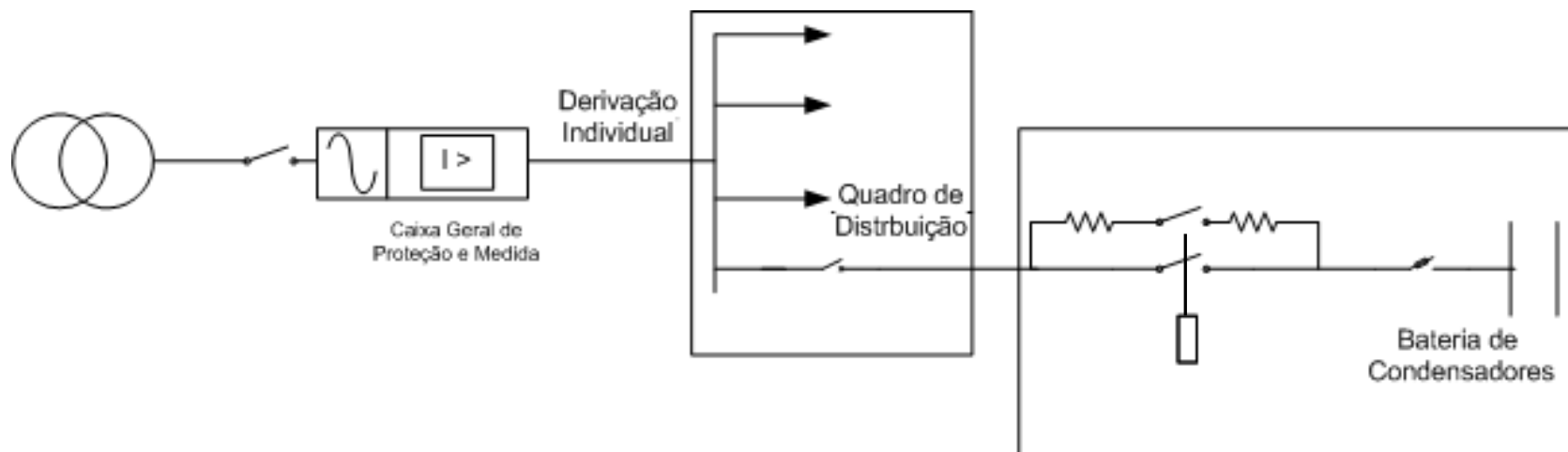
$$\% = \frac{480,28}{2537,61} \approx 19\%$$



Como evitar a faturação de energia reativa?

Solução reparadora para consumo de energia reativa

Sistema típico de correção de fator de potência



Composição sistema típico de correção fator de potência



Proteção da bateria

Fusíveis de proteção dos condensadores

Cabos de ligação



Composição sistema de correção fator de potência

Contactor

Controlador

Fusíveis

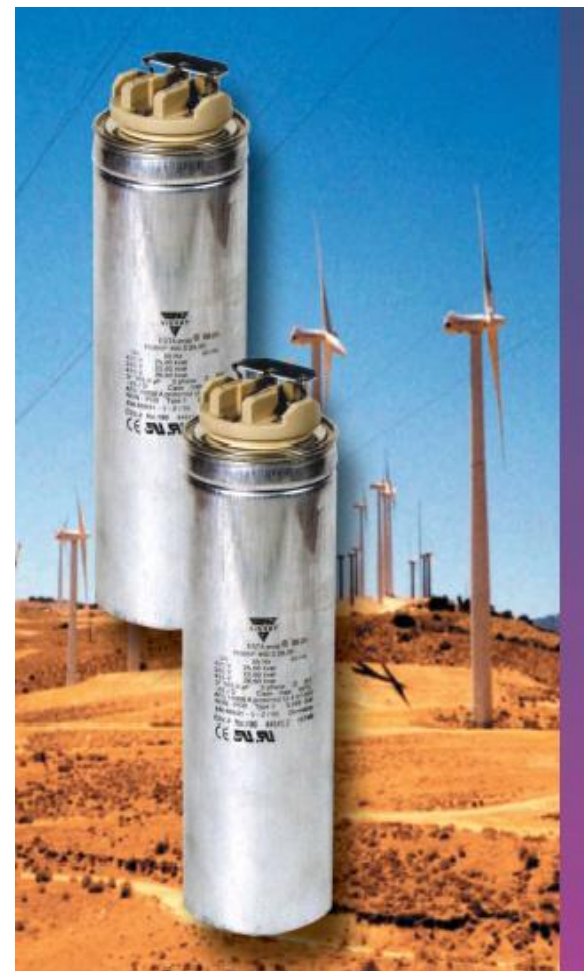
Interruptor de corte

Condensadores

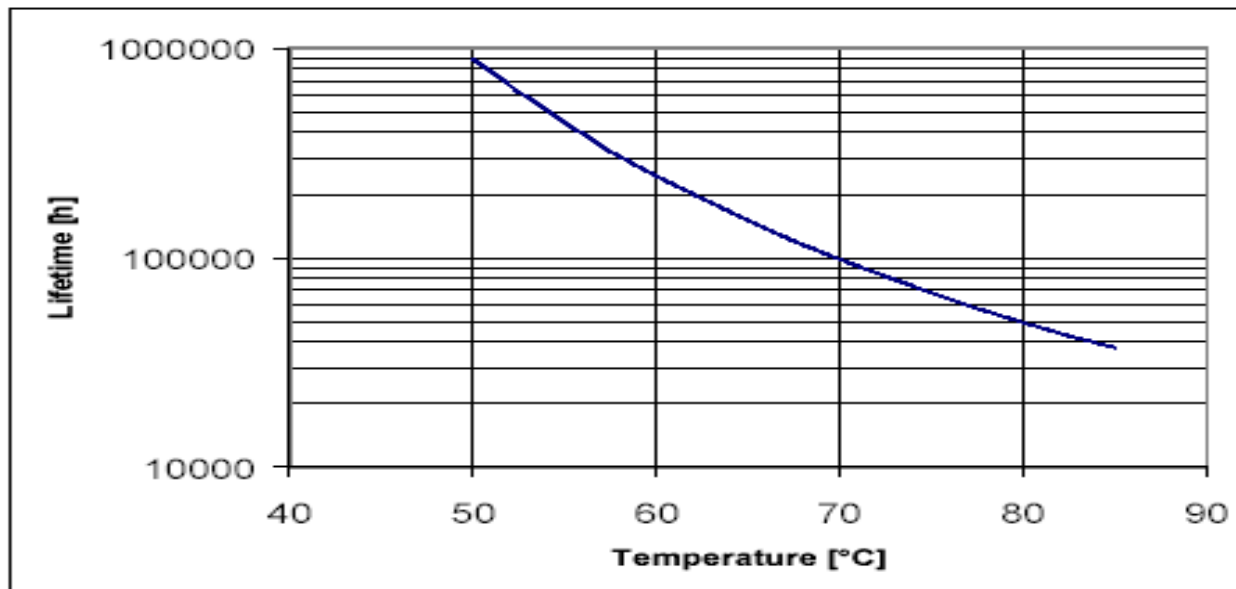


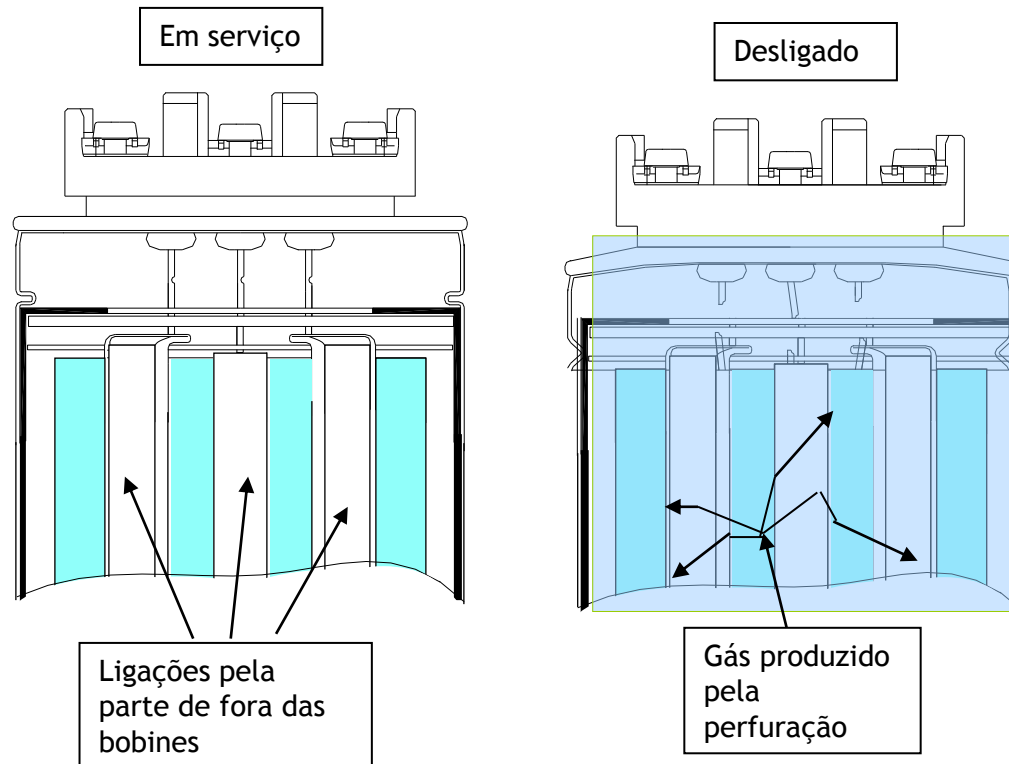
Características

Marca	Vishay
Normas	EN 60831-1 e 2
Dielétrico	Filme de polipropileno metalizado
Impregnante	Sem PCB (Bifenil Policlorado)
Perdas	$< 0,25\text{W/kVAr}$ para o tipo cilíndrico $< 0,5\text{w/kVAr}$ para o tipo prismático incluindo as perdas nos cabos $< 1,2\text{ W/kVAr}$ para o tipo com contactor mais fusíveis
Esperança de vida	> 150000 horas de serviço
Proteção elétrica	Proteção por sobrepressão
Tensões nominais	230, 400, 440, 525, 690 e 1050V a 50 e 60 Hz



A esperança média de vida dos condensadores depende da temperatura de funcionamento





Assim que ocorre uma quebra interna (perfuração do dielétrico), são produzidos gases internos que pressionam a parte superior do condensador, causando a ruptura das conexões.





Certificado UL Condensadores

 **ONLINE CERTIFICATIONS DIRECTORY** [Home](#) [Quick Guide](#) [Contact Us](#) [UL.com](#)

CYWT2.E97723
Capacitors - Component [Page Bottom](#)

Capacitors - Component

[See General Information for Capacitors - Component](#)

VISHAY ELECTRONIC GMBH ESTA CAPACITORS DIV **E97723**
HOFMARK-AICH-STR 36
84030 LANDSHUT, GERMANY

Capacitor, internally protected type. Cat. No. PhMKP or ACMKPD and PhMKPg or ACMKP or ACMKPSD or ACMKPHD Series followed by 230, 300, 330, 400, 415, 440, 480, 525, 550, 640 or 660, followed by 1, 2 or 3, followed by two or more numbers.

Capacitor, internally protected type. Cat. No. PhMKDg Series followed by -400 to -1000, followed by two or more numbers.


Marking: Company name or trademark, catalog or series designation and UL Recognized Component Mark. [Last Updated](#) on 2010-12-31

[Questions?](#) [Print this page](#) [Notice of Disclaimer](#) [Page Top](#)

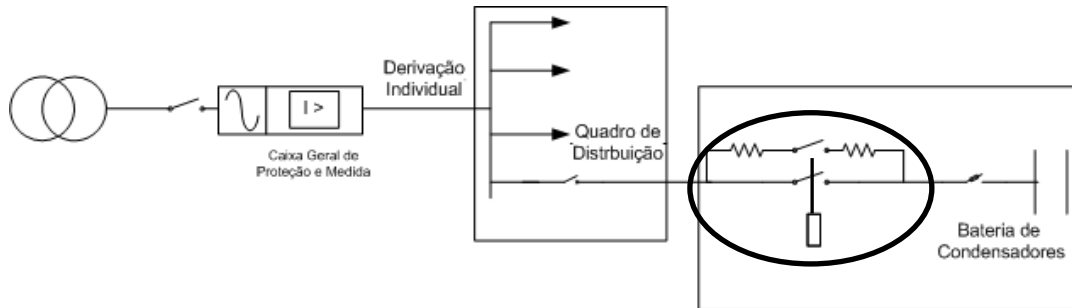
[Copyright © 2011 Underwriters Laboratories Inc.®](#)

The appearance of a company's name or product in this database does not in itself assure that products so identified have been manufactured under UL's Follow-Up Service. Only those products bearing the UL Mark should be considered to be Listed and covered under UL's Follow-Up Service. Always look for the Mark on the product.

UL permits the reproduction of the material contained in the Online Certification Directory subject to the following conditions: 1. The Guide Information, Designs and/or Listings (files) must be presented in their entirety and in a non-misleading manner, without any manipulation of the data (or drawings). 2. The statement "Reprinted from the Online Certifications Directory with permission from Underwriters Laboratories Inc." must appear adjacent to the extracted material. In addition, the reprinted material must include a copyright notice in the following format: "Copyright © 2011 Underwriters Laboratories Inc.®"

O Certificado UL verifica a atuação da proteção por desconexão interna do condensador, a única proteção efetiva contra defeitos do condensador no final da sua vida útil.

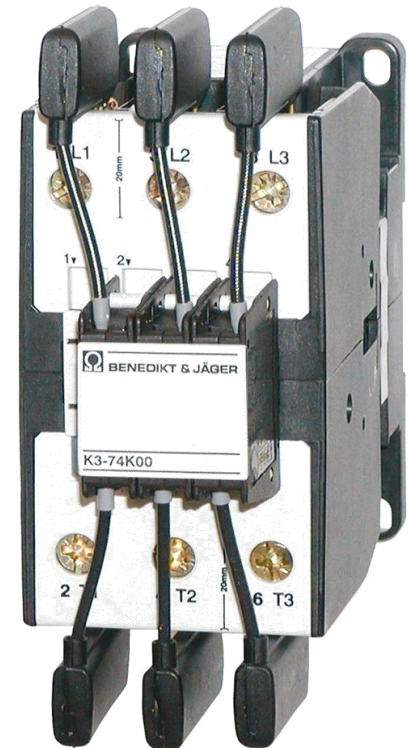
Não obrigatório nas normas europeias.

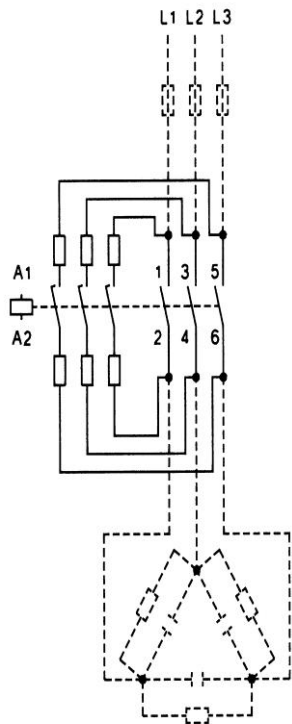


Equipado com resistências de amortecimento que amortecem as correntes de pico ($I=250I_n$)

Uma bobine produz um campo magnético que proporciona os movimentos da parte móvel alterando o estado dos seus contactos associados.

Este sistema permite a realização de >150 000 manobras.





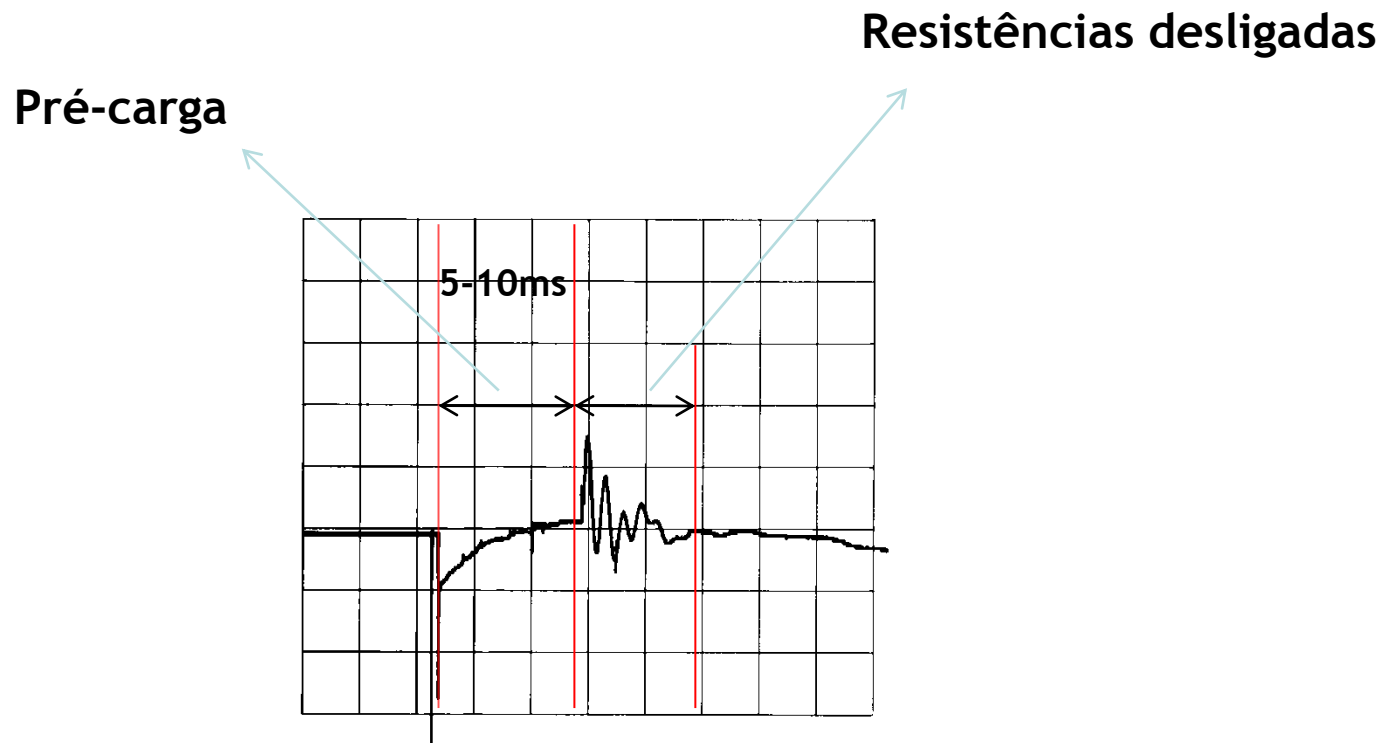
**Ligação sem resistências
até $250 \times I_n$**

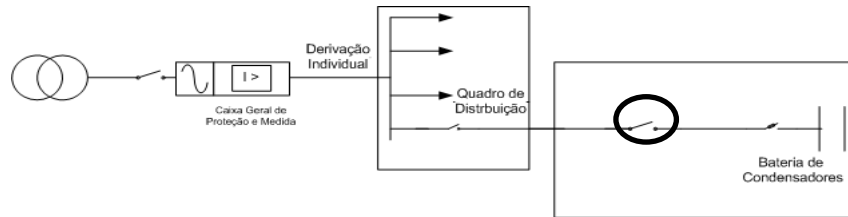


**Ligação com
resistências**



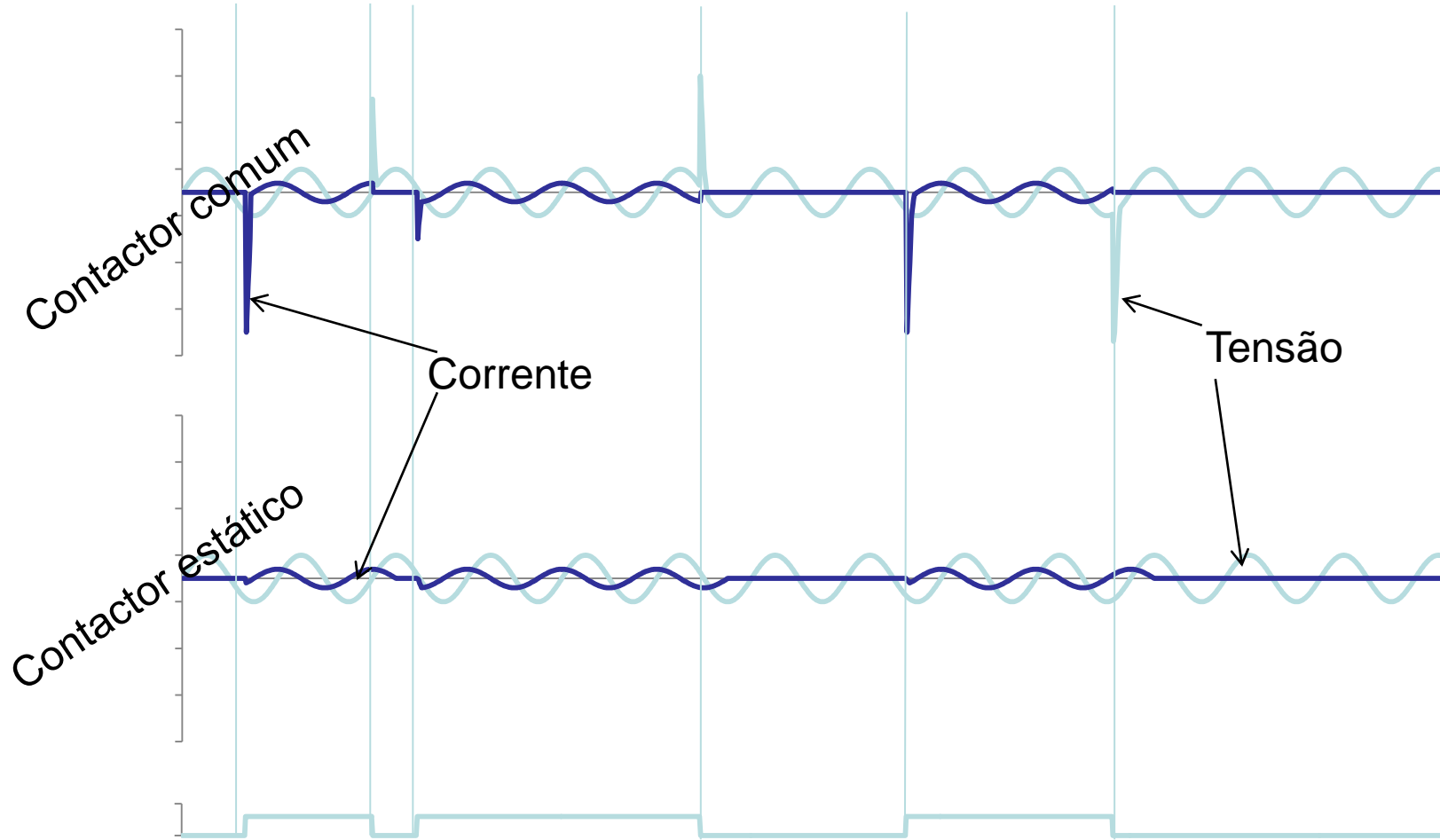
Diagrama funcional





- Número teórico de manobras ilimitado
- Conexão instantânea, ideal para flutuações de carga rápidas e contínuas: guas, soldaduras...
- Silencioso, ausência total de ruído tanto na conexão como conectado
- Sistema de ventilação natural até 50kVAr:
Permite aumentar a esperança de vida do produto e reduz as perdas $< 2,3\text{W/kVAr}$.
- Detecção de falta de tensão, conexão suave: só se conecta quando se dá a mesma tensão no condensador e na fase, sem picos, (ausência de resistências).







Reguladores de energia reativa Masing® série FPM

Medições:

- $\cos \varphi$ instantâneo
- Tensão instantânea e máxima
- Corrente instantânea e máxima
- Temperatura do equipamento

Alarmes:

- Subcompensação e sobrecompensação
- Corrente mínima e máxima do secundário do T.I
- Sobrecarga dos condensadores
- Excesso de temperatura

Proteções:

- Contra sobrecarga de corrente nos condensadores
- Contra sobretensão
- Contra excesso de temperatura no equipamento
- Excesso de harmónicas





Reguladores de energia reativa Masing® série FPM

Outras funções:

- Opção Set Up automático
- Porta série TTL/RS232 para comunicação com PC para configuração e visualização de medidas
- Correção automática de polaridade invertida do T.I
- Medição do fator de potência e do $\cos \varphi$
- Função de bloqueio do teclado
- Funcionamento dos 4 quadrantes para instalações de co-geração
- Relés de alarme e de comando de ventilador mediante programação e utilizando os 2 últimos relés de escalão.



Baterias de condensadores Cydesa



Equipo EL



- Desenho e ensaios 100% realizados pela Cydesa
- Dimensões reduzidas
- Fácil instalação
 - Espaço para cablagem.
 - Programação do regulador Masing®
 - Aconselhamento pré e pós venda.
- Produto 100% europeu.
- Flexibilidade em fabricar segundo as necessidades do cliente.
- Perdas < 1,2W/kVAr

Baterias de condensadores Cydesa

Eficaz sistema de ventilação



Fabricadas e ensaiadas segundo a norma:
CEI 61921-2003/EN61921



Modular: Acessibilidade e facilidade de inspeção



Qualidade Cydesa

A CYDESA possui um Sistema de Gestão da Qualidade baseado na norma ISO 9001, bem como outros certificados de produto concedidos por importantes laboratórios. Isto garante aos nossos clientes a confiança em produtos e serviços da CYDESA. Os condensadores PhMKP ESTAprop[®] são certificados pelo Underwriter's Laboratories, Inc. (UL).



Como calcular a potência da bateria de condensadores a instalar?

Informações de Instalação

Pot. Máx. admissível (kVA)	303,00
Pot. Requisitada (kVA)	303,00
Pot. Tomada em 05-2010 (kW)	59,00
Factor de potência	0,69
Total En. Activa no período (kWh)	11.506,00

$$Q[\text{kVAr}] = P[\text{kW}] \times f$$

-3º escalão: $\text{tg } \varphi \geq 0,5$ ($\cos \varphi \leq 0,89$) - FM: 3



Dimensionamento através do Fator de Potência

Existente		FACTOR "f" $Q \text{ (kvar)} = P \text{ (kw)} \cdot f$													
		Factor de potencia deseado ($\cos \varphi_2$)													
$\tan \varphi_1$	$\cos \varphi_1$	0,80	0,85	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	
1,98	0,45	1,235	1,365	1,500	1,529	1,559	1,589	1,622	1,656	1,693	1,734	1,781	1,842	1,985	
1,93	0,46	1,180	1,311	1,446	1,475	1,504	1,535	1,567	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930	
1,88	0,47	1,128	1,258	1,394	1,422	1,452	1,483	1,515	1,549	1,586	1,627	1,675	1,736	1,878	
1,83	0,48	1,078	1,208	1,343	1,372	1,402	1,432	1,465	1,499	1,536	1,577	1,625	1,685	1,828	
1,78	0,49	1,029	1,159	1,295	1,323	1,353	1,384	1,416	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779	
1,73	0,50	0,982	1,112	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732	
1,69	0,51	0,937	1,067	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687	
1,64	0,52	0,893	1,023	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643	
1,60	0,53	0,850	0,980	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,600	
1,56	0,54	0,809	0,939	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559	
1,52	0,55	0,768	0,899	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518	
1,48	0,56	0,729	0,860	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479	
1,44	0,57	0,691	0,822	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441	
1,40	0,58	0,655	0,785	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405	
1,37	0,59	0,618	0,749	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368	
1,33	0,60	0,583	0,714	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333	
1,30	0,61	0,549	0,679	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299	
1,27	0,62	0,515	0,646	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265	
1,23	0,63	0,483	0,613	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233	
1,20	0,64	0,451	0,581	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201	
1,17	0,65	0,419	0,549	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169	
1,14	0,66	0,388	0,519	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138	
1,11	0,67	0,358	0,488	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108	
1,08	0,68	0,328	0,458	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078	
1,05	0,69	0,299	0,429	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049	

Para uma instalação com fator de potência de 0,69, para se obter um fator de potência unitário será necessário 104,9% da potência ativa em potência reativa.



Dimensionamento através da energia reativa

Como calcular a potência da bateria de condensadores a instalar?

Detalhe da Fatura Ref# 104007291343

Factura nº 10420881721 de 04 de Abril de 2011

Electricidade	Data inicial	Data final	Qtd.	Preço(€)	Valor(€)	IVA(%)
En. Activa vazio normal (kwh)	2011-03-05	2011-04-04	3969	0,0677	268,70	6
En. Activa super vazio (kwh)	2011-03-05	2011-04-04	2653	0,0628	166,61	6
En. Activa ponta (kwh)	2011-03-05	2011-04-04	2677	0,1921	514,25	6
En. Activa cheias (kwh)	2011-03-05	2011-04-04	6285	0,1028	646,10	6
Escalão 2 de En.React.cons.FV (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	896	0,0220	19,71	6
Escalão 3 de En.React.cons.FV (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	7277	0,0660	480,28	6
En. Reativa limitada (kvarh)	2011-03-05	2011-04-04	0	0,0168	0,00	6
Potência contratada 43,00 kW (dias)			31	0,0163	21,73	6
Potência horas de ponta 21,59 kW (dias)			31	0,3731	249,71	6
Termo tarifário fixo (dias)			31	0,8559	26,53	6
Taxa Exploração DGEG			1	0,3500	0,35	6
IVA (6% de €2.393,97)					143,64	
Total*					2.537,61	

- Energia reativa consumida fora do vazio (Q)
= (896+7277) + 30% x(2677+6285)

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

P = Energia ativa cheias+pontas

S = Energia aparente

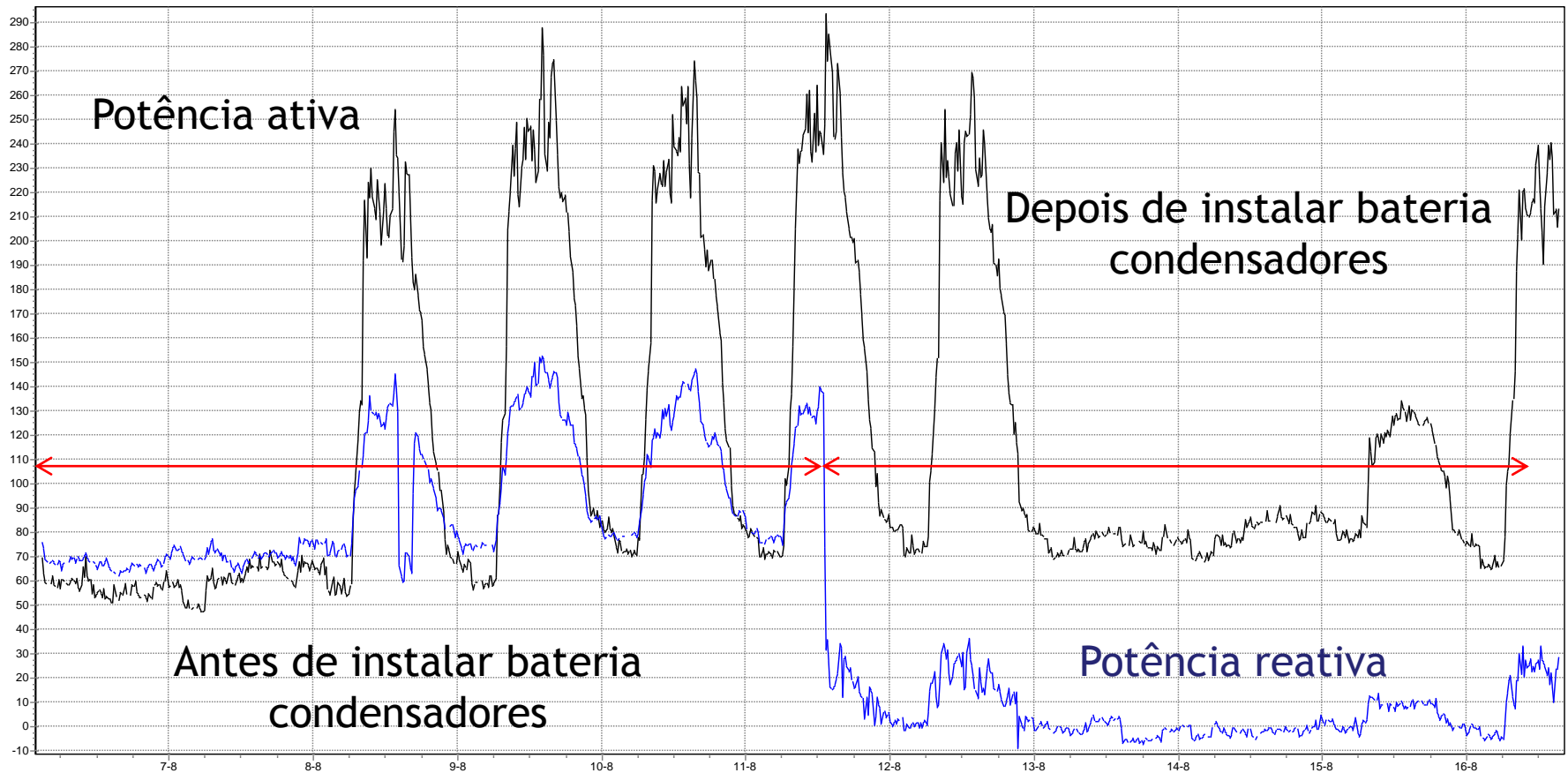
$$- FP = P/S$$



Dimensionamento através de medição da energia reativa

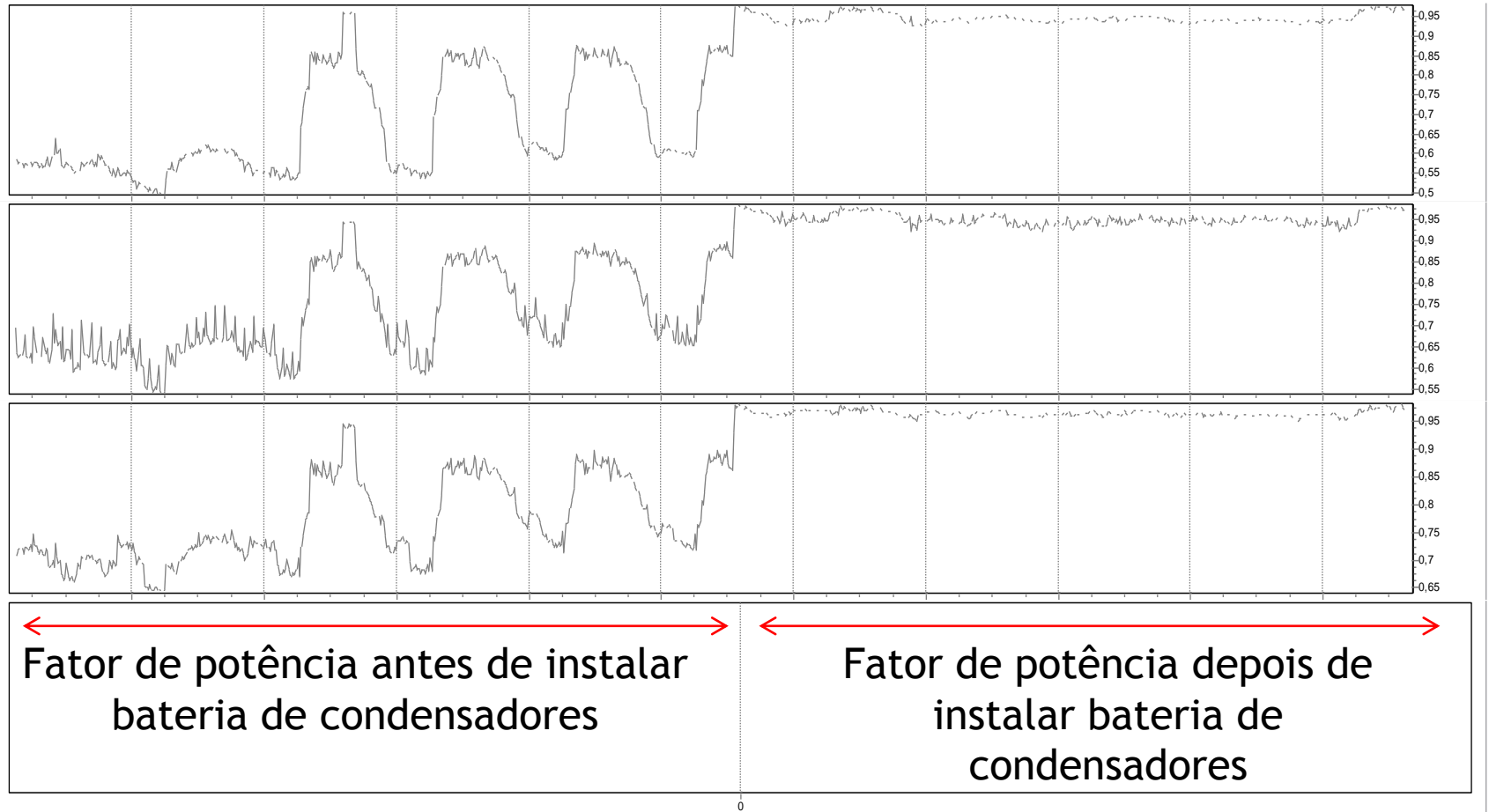


Dimensionamento através de medição da energia reativa





Dimensionamento através de medição da energia reativa





Qual a tensão para escolher a bateria?

Os dois parâmetros mais importantes que definem uma bateria de condensadores são a potência reativa (Q_r) e a tensão nominal (U_n). A potência reativa é geralmente dada em quilo volt-ampere reativo (kVAr) e a tensão em volts (V). Há uma confusão que necessita de esclarecimento sobre a definição destas duas quantidades.

A potência reativa varia com a tensão, como mostrado na equação:

$$Q_c = \left(\frac{U_c}{U_n} \right)^2 \times Q_n$$

Onde:

Q_c - Potência obtida à tensão U_c

U_c - Tensão a que a bateria ficará alimentada (normalmente a tensão de rede)

U_n - Tensão nominal a que a bateria foi fabricada e que permitirá à bateria trabalhar de forma permanente de acordo com a norma EN 60831-1 e 2.

Q_n - Potência nominal resultante da instalação da bateria à tensão para a qual foi fabricada



Qual a tensão para escolher a bateria?

Exemplo 1:

Uma bateria de 100kVAr fabricada para uma tensão de 440V, aplicando-se uma tensão de rede de 400V, ficará uma potência efetiva de 82kVAr, cerca de 18% abaixo caso se instalasse uma bateria de 100kVAr dimensionada para 400V.

Para que uma bateria de 440V de tensão tenha uma potência útil de 100kVAr a 400V, a mesma deverá ter uma potência de 121kVAr.

Uma vez que a tensão de rede para Portugal é de 400V, o cálculo para dimensionamento das baterias de condensadores deverá ser efetuado para 400V.

Qual a tensão para escolher a bateria?

Exemplo 2:

$V = 400V$
 $Q = 100 \text{ kVAr}$
 $U_c = 440V$

$V = 400V$
 $Q = 100 \text{ kVAr}$
 $U_c = 400V$



NP EN 50160 \longrightarrow $U_n \pm 10\%$

Solução : Instalar bateria.
Antes: **Medir !!**

Qual a tensão para escolher a bateria?

400V, 50Hz						
Potencia (Composición) Output (Composition)		Dimensiones Dimensions H x A x B	Peso Weight	Tipo Type	Precio Price	Suplemento interruptor Extra price for switch disconnecter
kvar (400V)	kvar (440V)	mm	kg		€	Calibre Size A Precio Price €
7,5 (2,5 + 5)	9	500x400x200	20	EC 400/7,5-2/3		63
12,5 (2,5+2x5)	15	500x400x200	22	EC 400/12,5-3/5		63
17,5 (2,5+5+10)	21	500x400x200	23	EC 400/17,5-3/7		63
25 (5+2x10)	30	500x400x200	24	EC 400/25-3/5		63
30 (5+2x12,5)	36	500x400x200	32	EC 400/30-3/5		63
35 (5+10+20)	42	700x500x250	32	EC 400/35-3/7		125
42,5 (5+12,5+25)	51	700x500x250	34	EC 400/42,5-3/8		125
50 (10+2x20)	61	700x500x250	35	EC 400/50-3/5		125
62,5 (12,5+2x25)	76	700x500x250	37	EC 400/62,5-3/5		160
67,5 (5+12,5+25+25)	82	800x600x250	38	EC 400/67,5-4/13		160
75 (2x12,5+2x25)	91	800x600x250	38	EC 400/75-4/6		160
87,5 (12,5+3x25)	106	800x600x250	49	EC 400/87,5-4/7		250
92,5 (5+12,5+3x25)	112	800x600x250	49	EC 400/92,5-5/18		250
100 (2x12,5+3x25)	121	800x600x250	50	EC 400/100-5/8		250

Um equipamento dimensionado a 440V terá 18% menos potência reativa a 400V e pode não compensar a energia reativa corretamente



Instalação de baterias de condensadores

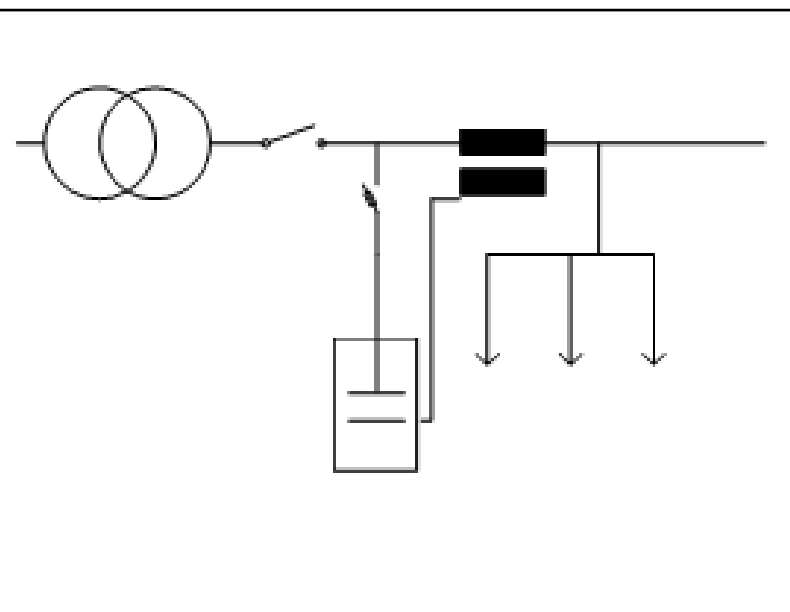
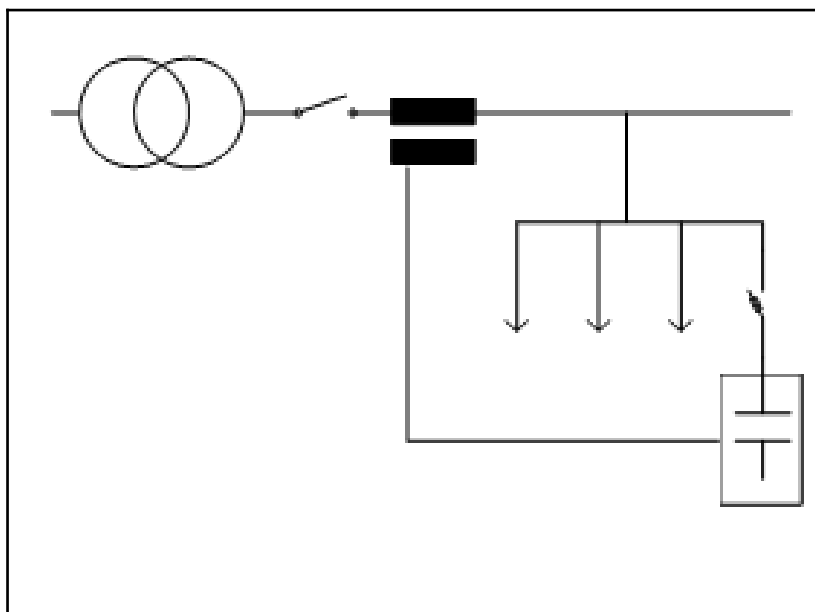
Seleccção de cabo e protecção

Cable, interruptor y fusibles para condensadores individuales y baterías a 400V, 50 Hz Cable, switch disconnecter and fuses for single capacitors and banks at 400V, 50 Hz 40°C						
Potencia Output	Corriente asignada a 400V Rated current at 400 V	Sección del conductor de cobre según el modo de instalación para 40°C de temperatura ambiente y aislamiento de XLPE (0,6/1kV) (1) (3) Copper conductor cross-section depending on the installation type for 40°C of ambient temperature and insulation of XLPE (0,6/1kV) (1) (3)			Interruptor magnetotérmi- co / regulación térmica (4) Circuit breaker /overcu- rrent relay In/Ir	Interruptor sec- cionador / calibre fusible (4) Disconnecter / fuse In/In
Qc kvar	Icn A	B2 (1) (cable tripolar) (multicore cable) mm2	E (1) (cable tripolar) (multicore cable) mm2	F (1) (cable unipolar) N° de cables por fase x sección (single-core cable) Number of cables per phase and cross-section mm2	A	A
10	14	4	4	(Sección mínima 25 mm2) (Minimum cross-section: 25 mm2)	25/20	25/20
15	21	6	4		30/32	40/32
20	29	10	6		50/40	63/40
25	36	10	10		63/50	63/50
30	43	16	10		80/60	80/63
35	51	25	16		80/70	100/80
40	58	25	16		100/80	100/80
50	72	35	25	1x25	125/100	125/100
60	87	50	35	1x35	160/120	125/125
70	101	70	50	1x35	160/140	160/160
75	108	70	50	1x50	160/150	160/160
80	116	70	50	1x50	250/160	200/160
87,5	126		70	1x70	250/175	200/200
100	145		70	1x70	250/200	250/200

Instalação de baterias de condensadores - TI

Correto

Incorreto

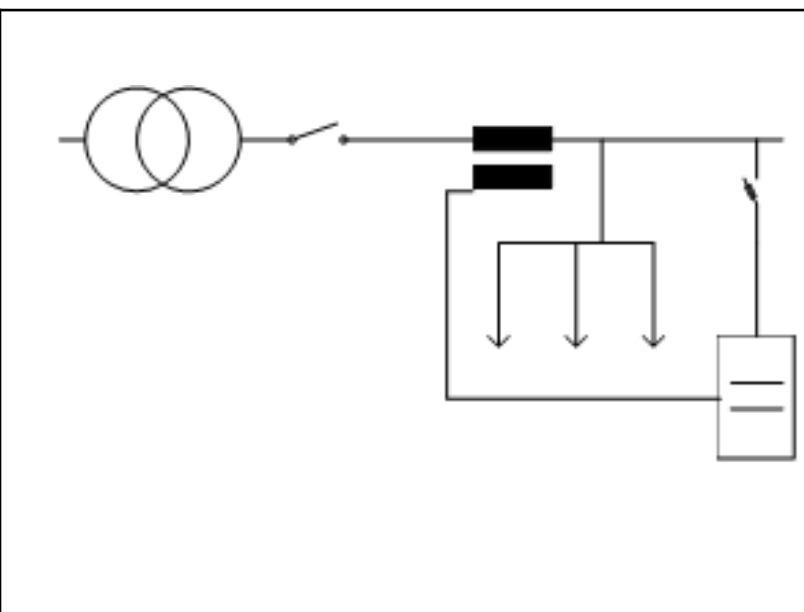
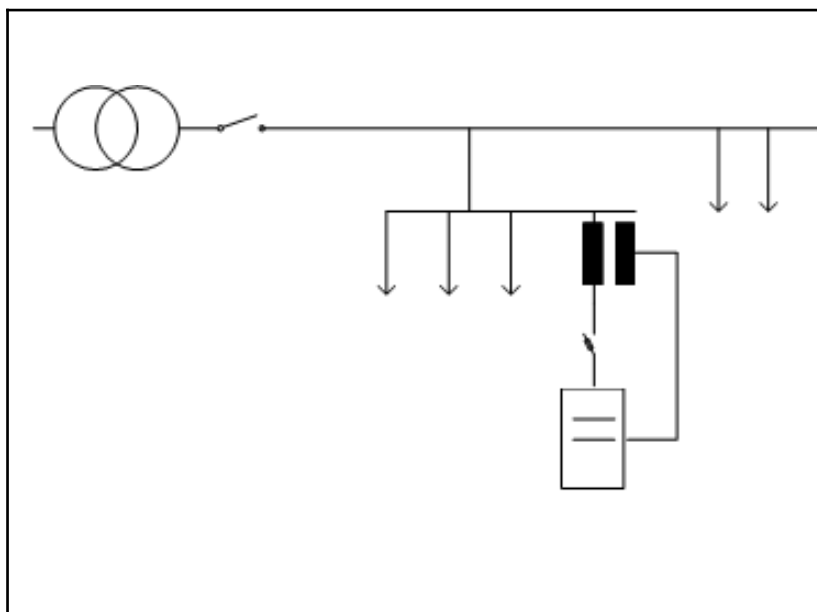


O TI não controla a corrente da bateria

Instalação de baterias de condensadores - TI

Incorreto

Correto

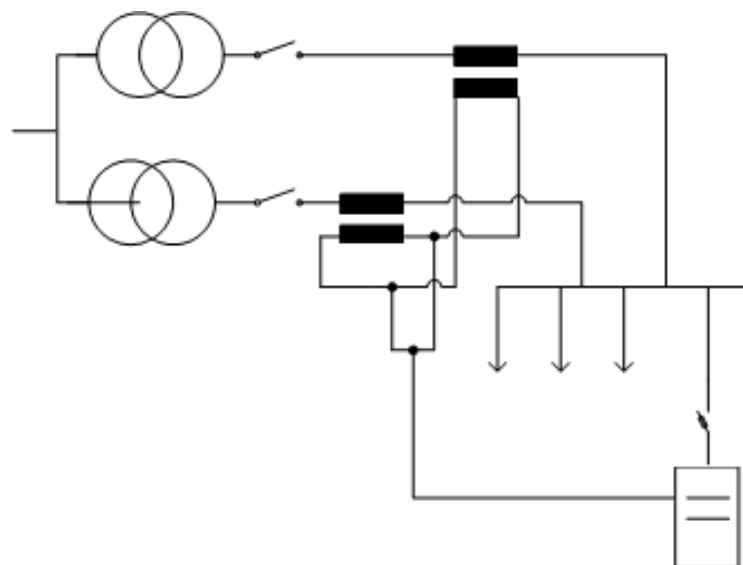
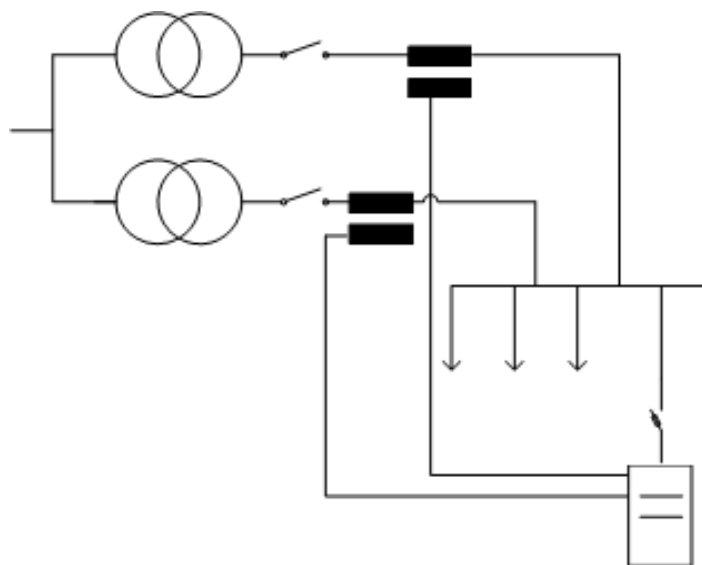


Só controla os condensadores

Instalação de baterias de condensadores - TI

Correto

Incorreto



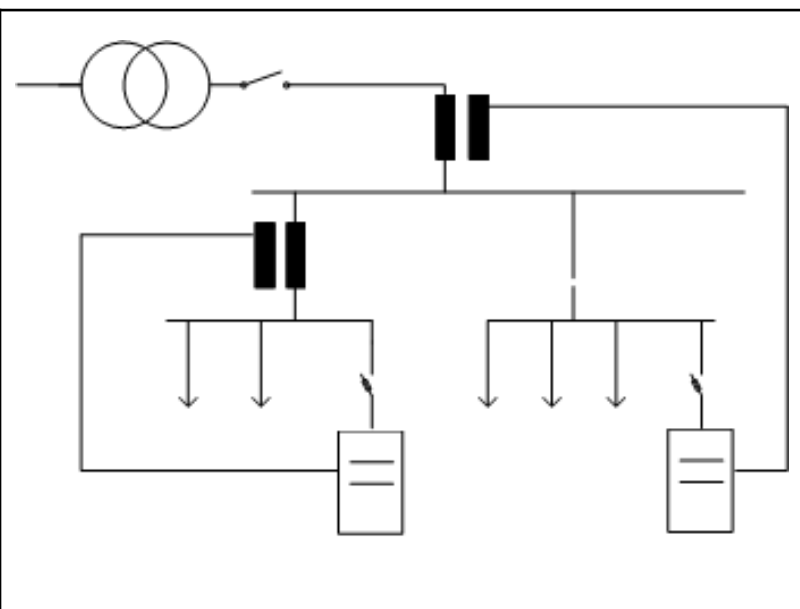
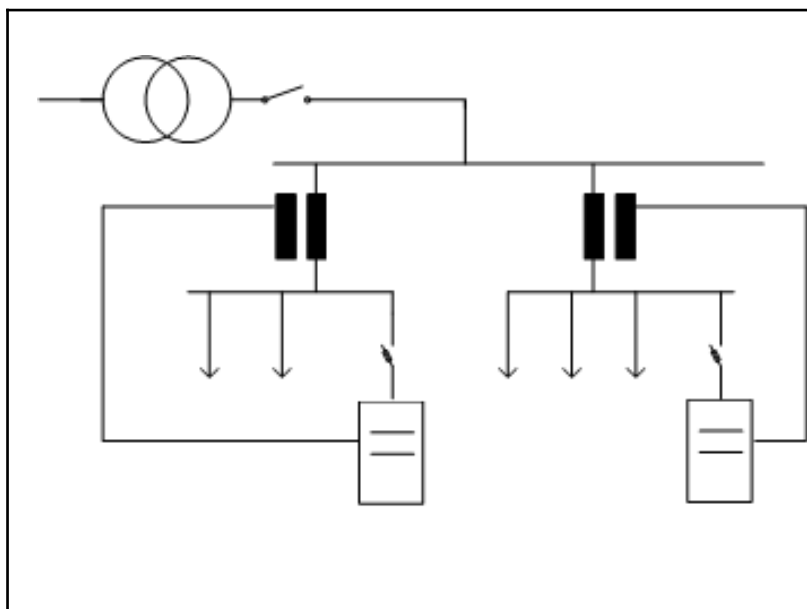
Deve ligar-se um TI somador

Não devem ligar-se TI's em paralelo sem recorrer a um TI somador

Instalação de baterias de condensadores - TI

Correto

Incorreto



Compensação por grupos ou linhas com equipamentos independentes

Ver esquema à esquerda



Como efetuar a compensação do fator de potência?

A compensação de energia reativa pode ser efetuada em vários níveis.

Compensação em média tensão

Quando existem cargas que absorvem energia reativa neste nível de tensão, como por exemplo em grandes motores. A compensação de energia reativa na média tensão tem algumas desvantagens:

- ✓ Inviabilidade económica de instalar banco de condensadores automáticos;
- ✓ Maior probabilidade da instalação se tornar capacitiva (condensadores fixos);
- ✓ Aumento de tensão do lado do fornecedor;
- ✓ Aumento da capacidade de curto-circuito na rede do fornecedor;
- ✓ Maior investimento em cabos e equipamentos de baixa tensão;
- ✓ Manutenção mais difícil;
- ✓ Benefícios relacionados com a diminuição das correntes reativas nos cabos, transformadores, etc., não são obtidos.



Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Individualizada

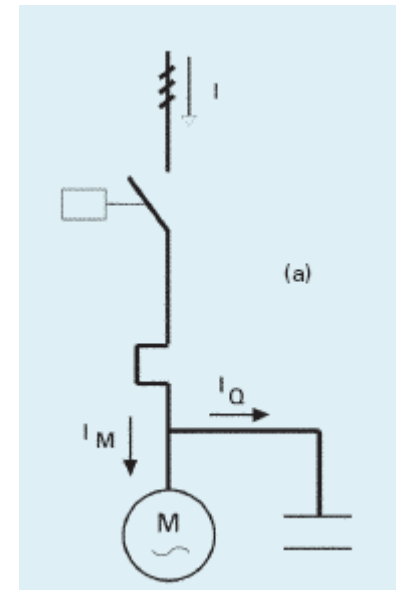
A compensação aos terminais da carga tem como vantagem a possibilidade de descarga de toda a rede, desde os terminais da carga até à fonte. Representa, do ponto de vista técnico, a melhor solução.

Vantagens:

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

Desvantagens:

- Custos



Cuidado: A instalação tem de ser corretamente executada para não existir o perigo de sobretensões devido a oscilações no circuito LC.



Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Compensação de motores

A tabela seguinte representa a potência reativa típica absorvida por motores assíncronos em vazio e a plena carga, bem como a potência recomendada para o condensador.

Estes valores são apenas orientadores para obtenção de fator de potência igual ou superior a 0,95 e poderão variar conforme o fabricante.

Compensación de Motores											
Potencia nominal del motor		3000 rpm		1500 rpm		1000 rpm		750 rpm		500 rpm	
kW	CV	vacío/p.carga kvar	cond. kvar	vacío/p.carga. kvar	cond. kvar	vacío/p.carga kvar	cond. kvar	vacío/p.carga kvar	cond. kvar	vacío/p.carga kvar	cond. kvar
1,1	1,5	0,7 / 0,9	0,6	0,7 / 1,0	0,6	0,9 / 1,2	0,8	1,0 / 1,3	0,9	1,1 / 1,4	1,0
1,5	2	0,8 / 1,0	0,7	1,0 / 1,2	0,9	1,1 / 1,4	1,0	1,2 / 1,6	1,0	1,3 / 1,8	1,2
2,2	3	1,1 / 1,4	1,0	1,2 / 1,5	1,0	1,4 / 1,8	1,3	1,7 / 2,2	1,5	2,0 / 2,4	1,8
3	4	1,5 / 1,8	1,3	1,6 / 2,0	1,5	1,8 / 2,4	1,6	2,3 / 3,0	2,0	2,5 / 3,2	2,2
4	5,5	1,8 / 2,6	1,6	2,0 / 2,6	1,8	2,2 / 2,9	2,0	2,7 / 3,5	2,4	2,9 / 3,8	2,6
5,5	7,5	2,2 / 2,9	2,0	2,4 / 3,3	2,2	2,7 / 3,6	2,4	3,2 / 4,3	2,9	4,0 / 5,2	3,6
7,5	10	3,4 / 4,4	3,0	3,6 / 4,8	3,2	4,1 / 5,4	3,7	4,6 / 6,1	4,1	5,5 / 7,2	5,0
11	15	5,0 / 6,5	4,5	5,5 / 7,2	5,0	6,0 / 8,0	5,0	7,0 / 9,0	6,0	7,5 / 10	7,0
15	20	6,5 / 8,5	6,0	7,0 / 9,5	6,0	8,0 / 10	7,0	9,0 / 12	8,0	1,0 / 1,3	9,0
18,5	25	8,0 / 11	7,0	9,0 / 12	8,0	10 / 13	9,0	11 / 15	10	12 / 16	10



Como efetuar a compensação do fator de potência?

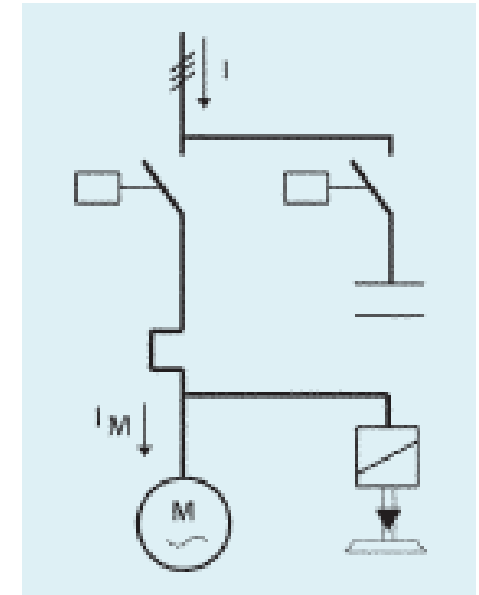
Cuidados a ter na compensação de fator de potência de motores

Motores de funcionamento intermitente:

Não existe tempo suficiente para a descarga dos condensadores, ou seja, a religação dos condensadores será efetuada com as fases em direções opostas. Recomenda-se que a descarga seja efetuada por indutâncias.

Motores de sistemas de elevação (gruas ou elevadores):

A descarga do condensador provocará retardamento na atuação de travões eletromagnéticos. É conveniente efetuar a ligação do condensador através de um contactor e não diretamente aos bornes do motor.

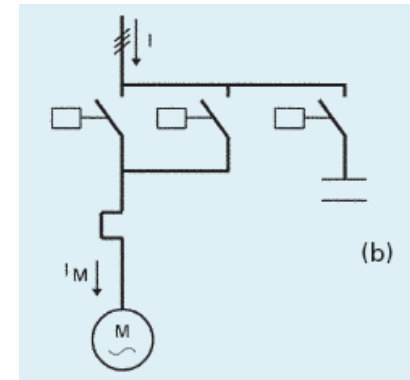


Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Compensação de motores

Motores inversores:

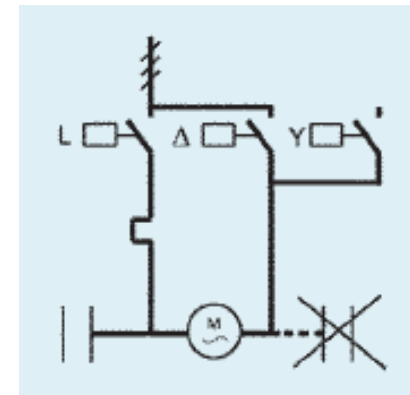
Se a inversão de marcha se produz diretamente com um tempo de inversão muito curto, será conveniente efetuar a ligação do condensador através de um contactor independente.



Motores de arranque estrela-triângulo:

Condensador ligado aos bornes do motor do lado do contactor de linha de forma a manter a tensão do condensador durante a transição estrela-triângulo.

A ligação do lado do triângulo não deve ser considerada devido ao problema de comutação de fases do condensador.



Como efetuar a compensação do fator de potência?

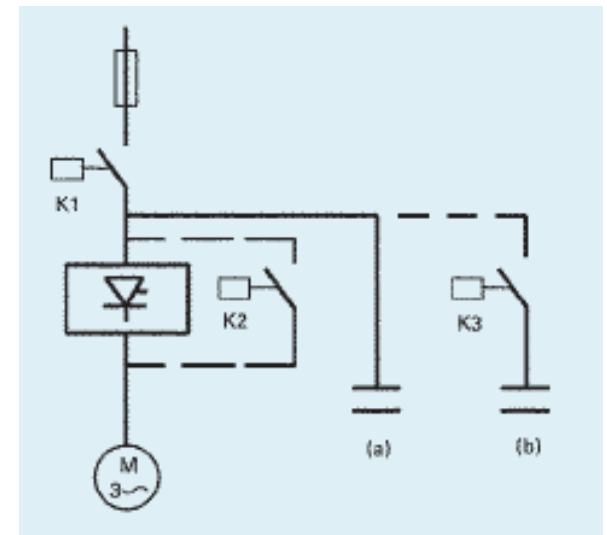
Compensação em baixa tensão - Compensação de motores

Motores de arranque estático:

Em arrancadores estáticos, não é recomendável ligar o condensador aos bornes do motor, uma vez que a corrente de pico do transitório de ligação poderia danificar os semicondutores de potência do arrancador.

A compensação deve efetuar-se segundo a figura ao lado.

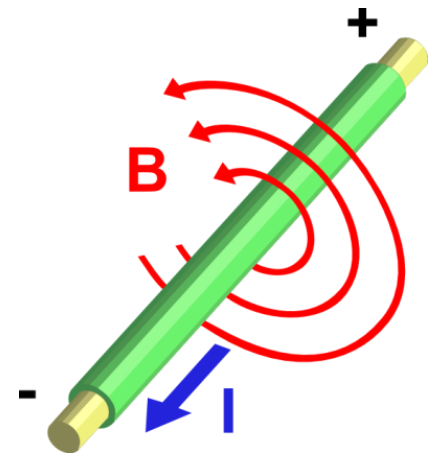
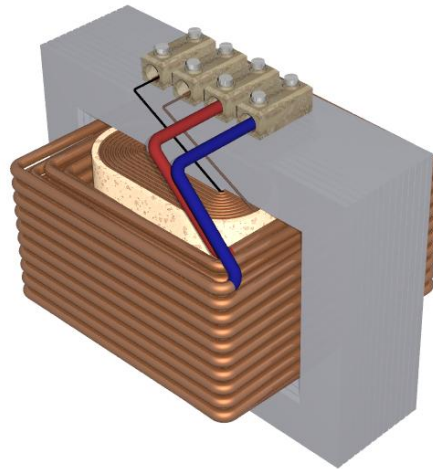
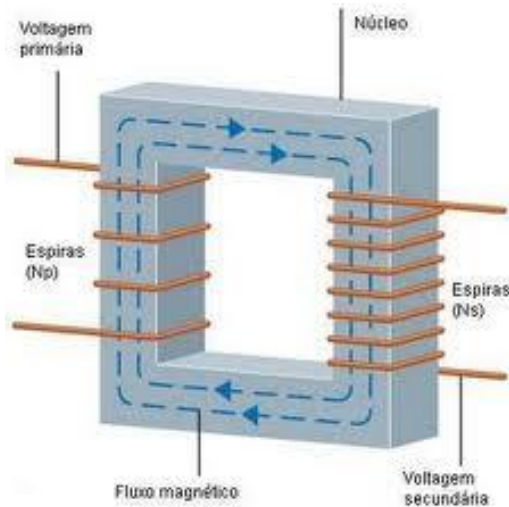
A solução b) deve ser adotada caso não exista contactor de linha.



Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Compensação de transformadores

Todos os transformadores de potência necessitam de absorver energia reativa de forma a criar o seu campo magnético.





Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Compensação de transformadores

$$Q_0 = \sqrt{3} \times U \times I_0$$

Em vazio a corrente magnetizante é aproximadamente igual à corrente de vazio.

Com carga no secundário, devido à reatância deverá ser considerada uma potência reativa adicional.

$$Q'_s = \frac{U_k}{100} \times \left[\frac{S}{S_N} \right]^2 \times S_N$$

$$Q'_s + Q_0$$



Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Compensação de transformadores

Compensación de transformadores										
Valores orientativos de la potencia reactiva de transformadores										
Serie hasta 24 kV					Serie hasta 36 kV					
Poten kVA	I_0 %	u_k %	Q_0 kvar	Q_s kvar	Poten del Cond. Q (kvar)	I_0 %	u_k %	Q_0 kvar	Q_s kvar	Poten del Cond. Q (kvar)
25	4,0	4,0	1,0	1,0	2	5,2	4,5	1,3	1,0	2
50	3,5	4,0	1,8	2,0	3	3,8	4,5	1,9	2,0	3
100	2,5	4,0	2,5	4,0	5	3,0	4,5	3,0	4,0	5
160	2,3	4,0	3,7	6,4	7,5	2,5	4,5	4,0	6,4	7,5
250	2,0	4,0	5,0	10,0	10	2,4	4,5	6,0	10,0	10
400	1,8	4,0	7,2	16,0	15	2,2	4,5	8,8	16,0	20
500	1,7	4,0	8,5	20,0	20	2,0	4,5	10,0	20,0	25
630	1,6	4,0	10,1	25,2	25	1,8	4,5	11,3	25,2	25
800	1,4	6,0	11,2	48,0	40	1,6	6,0	12,8	48,0	40
1000	1,3	6,0	13,0	60,0	50	1,5	6,0	15,0	60,0	50
1250	1,2	6,0	15,0	75,0	60	1,4	6,0	17,5	75,0	70
1600	1,1	6,0	17,6	96,0	80	1,3	6,0	20,8	96,0	80
2000	1,0	6,0	20,0	120,0	100	1,2	6,0	24,0	120,0	100
2500	0,9	6,0	22,5	150,0	120	1,0	6,0	25,0	150,0	120

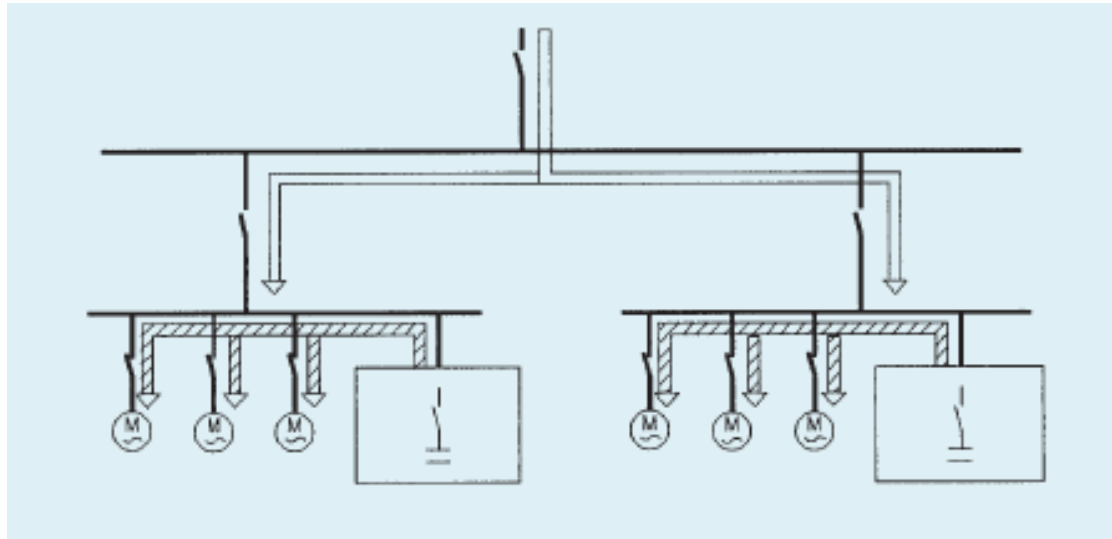
I_0 - Corrente em vazio
 U_k - Tensão de CC (%)
 Q_0 - Potência reativa em vazio
 Q_s - Potência reativa da reatância em plena carga
 Q - Potência de compensação recomendada

- Tabela criada a partir dos valores normalizados de I_0 e U_k . (UN20138-2R)
- Assume-se o funcionamento do transformador a 80% da sua potência nominal

Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Por grupo de cargas

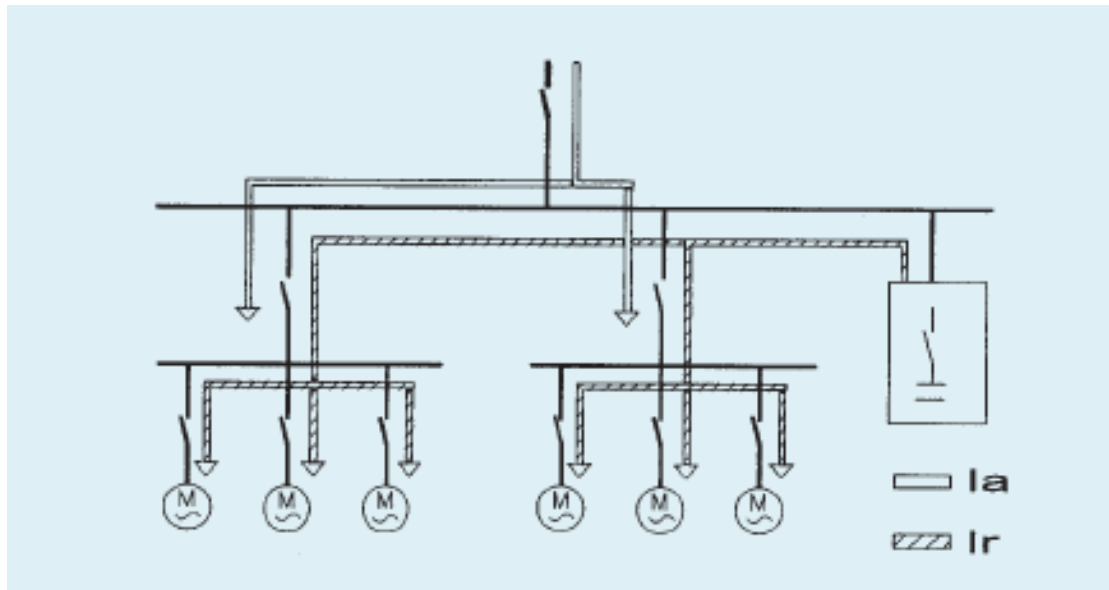
O condensador é instalado de forma a corrigir um setor ou um conjunto de pequenas máquinas (<10cv). É instalado junto ao quadro de distribuição que alimenta esses equipamentos. Tem como desvantagem não diminuir a corrente nos circuitos de alimentação de cada equipamento.



Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Centralizada

Na maior parte das instalações o grande número de cargas recomenda a compensação centralizada conectando uma bateria de condensador ao barramento geral de saída do transformador.





Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Mista

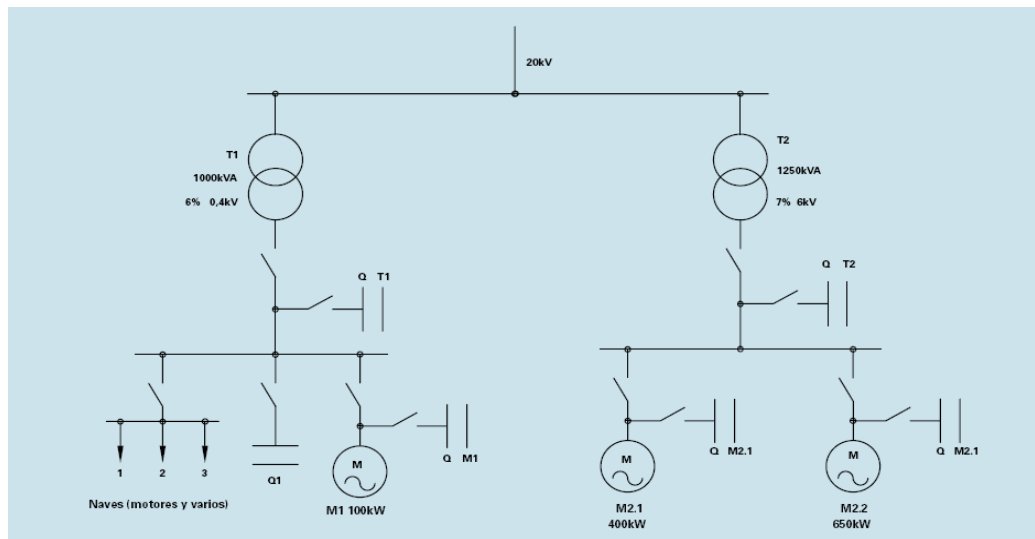
Considerando aspetos técnicos, práticos e financeiros, torna-se a melhor solução na medida em que se pode ter um maior controlo sobre o fator de potência. Utiliza-se o seguinte método para correção mista:

1. Instala-se um condensador fixo diretamente no secundário do transformador;
2. Em motores de aproximadamente 10 cv ou mais, corrige-se por cada carga (cuidado com motores de alta inércia, pois não se deve dispensar o uso de contactores para manobra dos condensadores sempre que a corrente nominal dos mesmos for superior a 90% da corrente de excitação do motor).
3. Em motores com menos de 10 cv corrige-se por grupos (compensação por grupo de cargas).
4. Em redes próprias para iluminação com lâmpadas de descarga, utilizando-se reatores de baixo fator de potência, corrige-se na entrada da rede;

Como efetuar a compensação do fator de potência?

Compensação em baixa tensão - Mista

5. Na entrada instala-se um banco automático de pequena potência para equalização final. Quando se corrige um fator de potência de uma instalação, consegue-se um aumento de potência aparente disponível e também uma queda significativa da corrente.





Caso prático

Faturas:

Passo 1: Análise da fatura

Fatura nº 123456789							
	Período a Facturar		Quantidades (kWh/kvarh/kW)	Preço Unil. (Euros)	Factor (X)	Taxa IVA	Valorização (Euros)
	Data início	Data fim					
Energia Activa							
Vazio Normal (Vn)	23/05/2011	22/06/2011	65.535,0000	0,0510	1,000	(6%)	3.342,29
Super Vazio (SV)	23/05/2011	22/06/2011	45.299,0000	0,0474	1,000	(6%)	2.147,17
Ponta (P)	23/05/2011	22/06/2011	45.630,0000	0,1040	1,000	(6%)	4.745,52
Cheia (C)	23/05/2011	22/06/2011	115.479,0000	0,0794	1,000	(6%)	9.169,03
Potência							
Potência Contratada	23/05/2011	22/06/2011	639,0000	1,1830	1,019	(6%)	770,43
Horas de Ponta	23/05/2011	22/06/2011	367,9800	7,6100	1,019	(6%)	2.853,98
Energia Reactiva							
Escalação 2 de En.React.cons.FV	23/05/2011	22/06/2011	15.776,0000	0,0193	1,000	(6%)	304,48

Energia ativa pontas: 45.630,00kWh

Energia ativa cheias: 115.479,00kWh

Energia reativa: 15.776,00 kVArh

Potência contratada: 639kW

Faturas:

Passo 2: Cálculo da potência aparente e fator de potência

Energia ativa				P SUM	Energia reativa fora do vazio	S	f.p. P/S
Super vazio	Vazio	Ponta	Cheia			SQRT (P*P+Q*Q)	
		45.630	115.776	161.406	64.197,8	173.704,5	0,93

$$161.406 \times 0,3 + 15.776$$

$$\sqrt{(161.406^2 + 64.197,8^2)}$$

$$161.406 / 173.704,5$$

Faturas:

Passo 3: Cálculo da potência reativa

f.p. atual	f.p. pretendido	Qc (kVAr)	Pot. Cont
0,93	0,99	161,7	639

Existente Given		Factor de potencia deseado ($\cos\phi_2$) Target power factor ($\cos\phi_2$)												
$\tan \phi_1$	$\cos \phi_1$	0,80	0,85	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
0,48	0,90				0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484
0,46	0,91					0,030	0,060	0,093	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456
0,43	0,92						0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426
0,40	0,93							0,032	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395
0,36	0,94								0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363
0,33	0,95									0,037	0,078	0,126	0,186	0,329
0,29	0,96										0,041	0,089	0,149	0,292
0,25	0,97											0,048	0,108	0,251
0,20	0,98												0,061	0,203
0,14	0,99													0,142

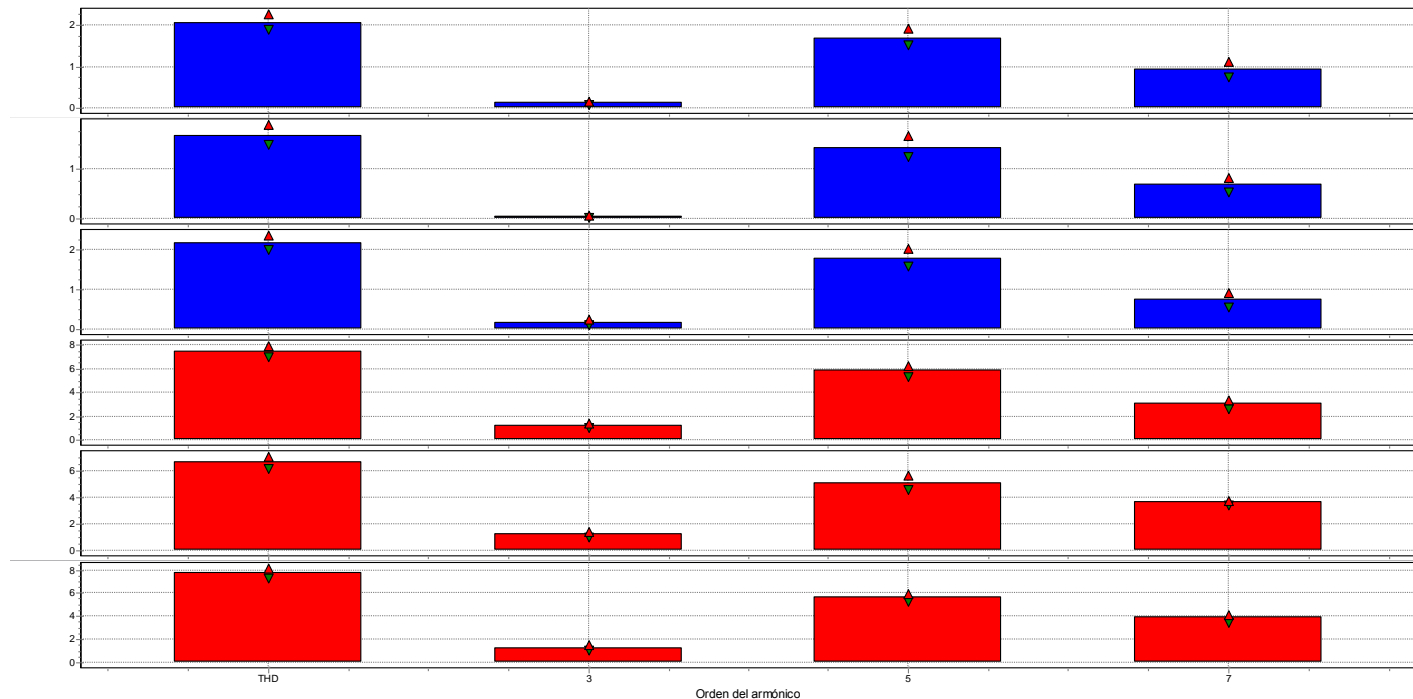
Medição energia reativa:

Passo 1: Medir a potência reativa durante uma semana



Medição harmónicas:

Passo 2: Medir a distorção harmónica





Caso prático

Medição harmónicas:

Passo 3: Análise dos dados de medição

Máxima corrente harmónica em % da corrente de carga (I_o - valor da componente fundamental)						
Harmónicas Ímpares						
I_{cc}/I_o	<11	$11 \leq n < 17$	$17 \leq n < 23$	$23 \leq n < 35$	35	TDD(%)
<20	4	2	1,5	0,6	0,3	5
20<50	7	3,5	2,5	1	0,5	8
50<100	10	4,5	4	1,5	0,7	12
100<1000	12	5,5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2,5	1,4	20

Valores de THDi inferiores a 10% são considerados normais.

IEEE Std 519

Solução:

Bateria de condensadores sem filtros de harmónicas com 400kVAR - 8.000,00 €

Cable, interruptor y fusibles para condensadores individuales y baterías a 400V, 50 Hz 40°C Cable, switch disconnector and fuses for single capacitors and banks at 400V, 50 Hz 40°C					
Potencia Output	Corriente asignada a 400V Rated current at 400 V	Sección del conductor de cobre según el modo de instalación para 40°C de temperatura ambiente y aislamiento de XLPE (0,6/1kV) (1) (3) Copper conductor cross-section depending on the installation type for 40°C of ambient temperature and insulation of XLPE (0,6/1kV) (1) (3)			Interruptor magnetotérmico / regulación térmica (4) Circuit breaker / overcurrent relay In/Ir
Qc kvar	Icn A	B2 (1) (cable tripolar) (multicore cable) mm²	E (1) (cable tripolar) (multicore cable) mm²	F (1) (cable unipolar) Nº de cables por fase x sección (single-core cable) Number of cables per phase and cross-section mm²	Interruptor seccionador / calibre fusible (4) Disconnecter / fuse In/In A
400	578			2x240 (2)	1000/810
					1000/800

Cabo de 2x240mm² - 28,00 € / m

Proteção 1000A - 3.000,00 €

Custo total do sistema!
11.840,00 €



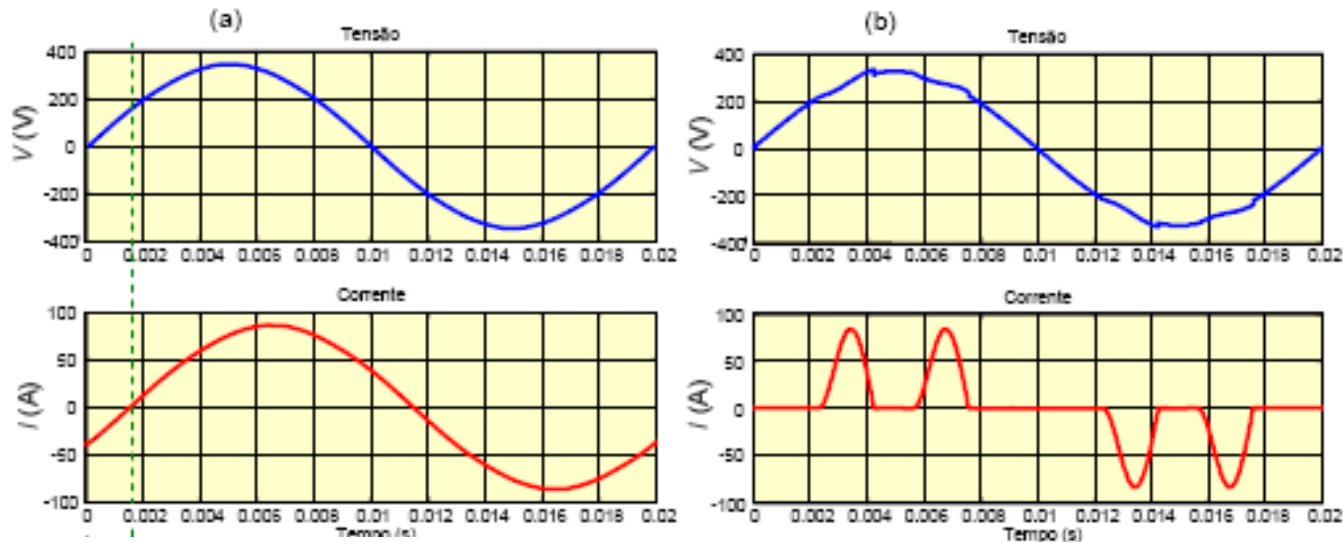
Manutenção

Cuidados a ter com o sistema!

- Inspeção visual do exterior e interior
- Verificação da informação do relé
 - Fator de potência
 - Cos phi
 - Tensão
 - Corrente
 - Potência reativa
- Operações
 - Efetuar reapertos
 - Medir e registar as correntes para cada escalão de potência
 - Verificar o funcionamento normal dos escalões
 - Medir a potência reativa para cada escalão

Problemas das instalações - Cargas não lineares

Os dispositivos geradores de harmónicas estão presentes em todos os setores industriais, terciários e doméstico.

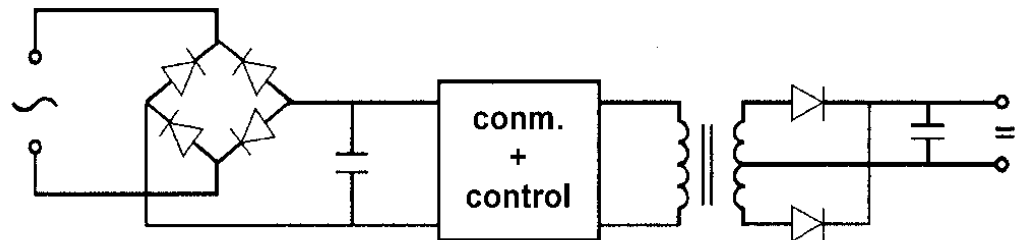
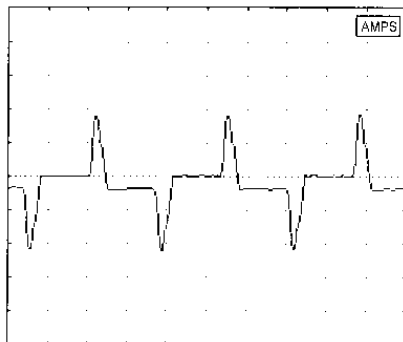


a) Cargas lineares b) Cargas não lineares

Origem das harmónicas

Entre os geradores de carga harmónica mais comuns encontram-se:

- Fontes de alimentação monofásicas: características em computadores e outros, provocando harmónicas de ordem 3,5,e 7.

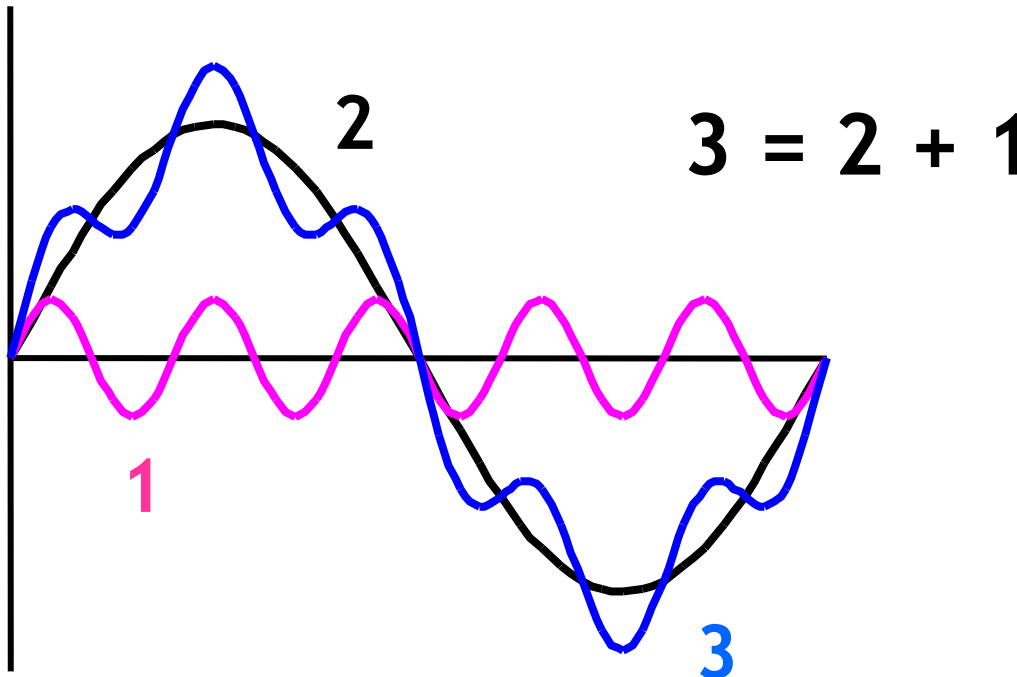


O teorema de Fourier explica que qualquer função periódica não sinusoidal pode ser representada sob a forma de uma soma de funções (série), que é composta por expressões sinusoidais cujas frequências são múltiplas da fundamental:



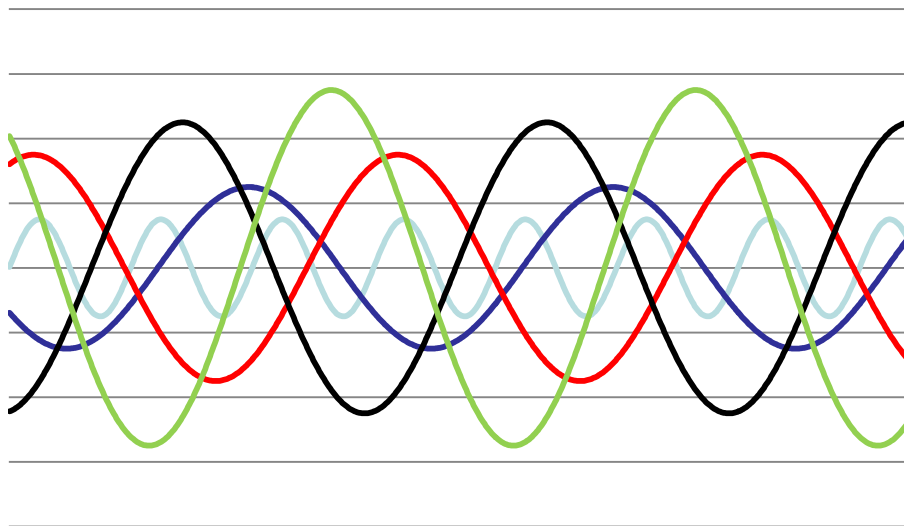
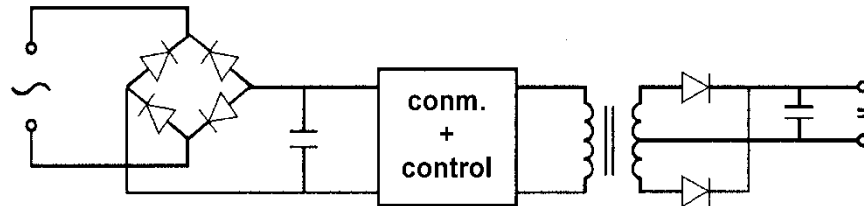
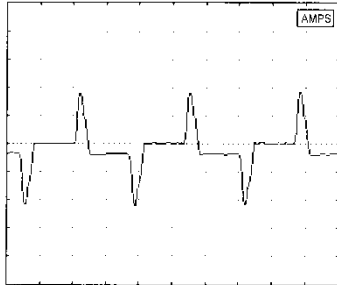
Fourier: 1789

Decomposição
em séries
harmónicas



$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2} \leq 8\%$$

NP EN 50160



ARM	
I_n/I_1	
h	%
3	81
5	44
7	52
9	13
11	11

Entre os problemas causados pela existência das harmónicas destacam-se os seguintes:

- ✓ Sobrecarga e possibilidade de ressonância nos condensadores.
- ✓ Perdas nos enrolamentos e no núcleo magnético dos transformadores
- ✓ Efeitos térmicos por perdas nos enrolamentos e no circuito magnético dos motores
- ✓ A elevada impedância interna provoca elevadas tensões harmónicas nos alternadores
- ✓ Efeito pelicular nos cabos
- ✓ Interferências com sinais eletrónicos

De forma a evitar os problemas mencionados anteriormente, é necessário efetuar a ligação em série de reatâncias com condensadores, de forma a formar um filtro harmónico.

A instalação de filtros de harmónicas não elimina estes fenómenos nas redes, apenas evita a sua amplificação!!

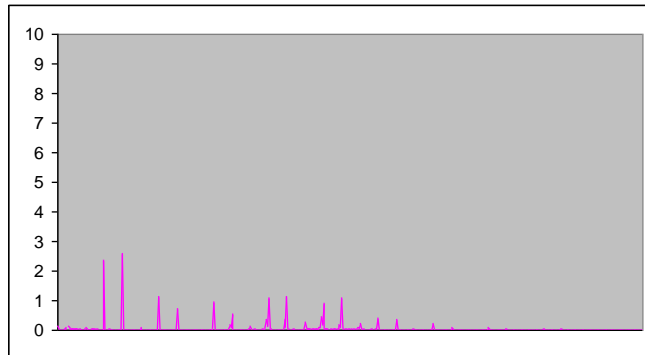
A presença de harmónicas de tensão faz circular nos circuitos com condensadores correntes superiores à corrente nominal pois:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

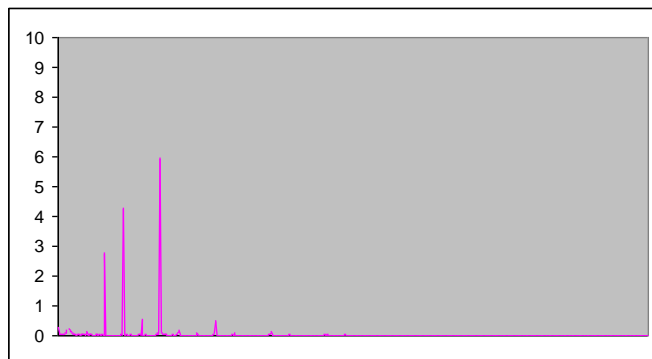


Não deve ser desprezado o efeito amplificador que os circuitos ressonantes LC têm muitas vezes devido ao aparecimento de valores de impedância extremamente elevados.

Conteúdo harmónico à mesma carga excluindo a 1ª harmónica



Sem bateria de condensadores

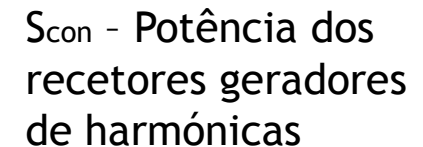


Com bateria de condensadores

Reactâncias para filtros de harmónicas (fr=189Hz)

- Sintonizados para 189Hz
- Impregnados a vácuo
- Núcleo de ferro e bobina de cobre ou alumínio
- Temperatura máxima de funcionamento: 50°C
- Controlo de temperatura por microswitch no interior da bobina
- IP00 para uso interno
- Norma IEC60076



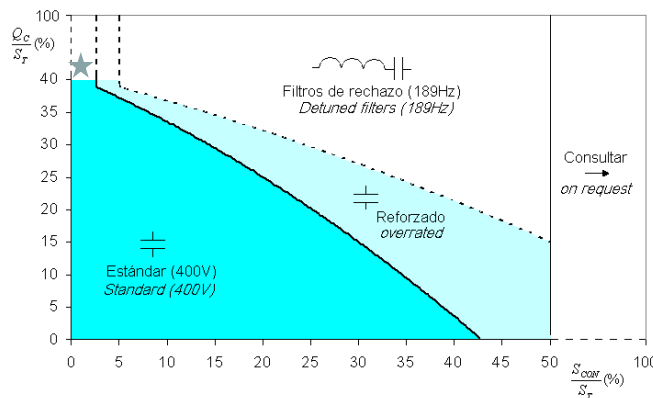


Exemplos:

1) Transformador de 1000kVA com bateria de condensadores de 500kVAr e 30kW de potência de um conversor de frequência:

$$\frac{Q_c}{S_T} = \frac{500}{1000} = 50\%$$

$$\frac{S_{conv}}{S_T} = \frac{30}{1000} = 3\%$$



Bateria convencional

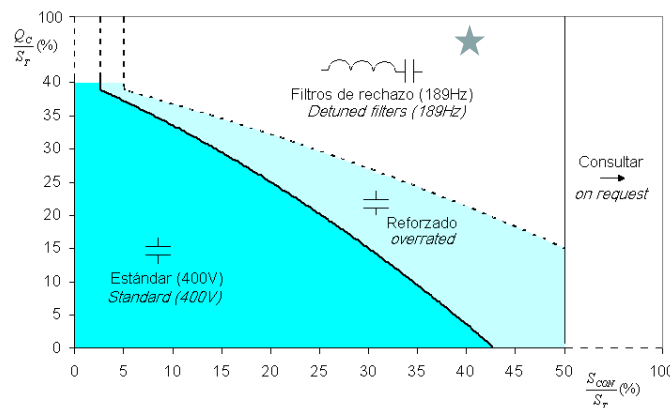
Quando compensar com filtros?

Exemplos:

2) Transformador de 630kVA com bateria de condensadores de 450kVAR e 250kW de equipamento gerador de harmônicas:

$$\frac{Q_c}{S_T} = \frac{450}{630} = 71,4\%$$

$$\frac{S_{conv}}{S_T} = \frac{250}{630} = 39,7\%$$



Bateria com filtros

Como evitar a faturação de energia reativa?

Como calcular a potência de uma bateria de condensadores?

Como instalar uma bateria de condensadores?

Porque pago energia reativa?

Qual o custo da energia reativa?

A minha instalação consome energia reativa?

Todas as baterias de condensadores são iguais?

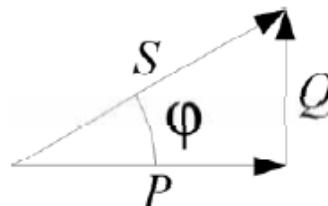
O cos é igual ao F.P?

O que vou almoçar?



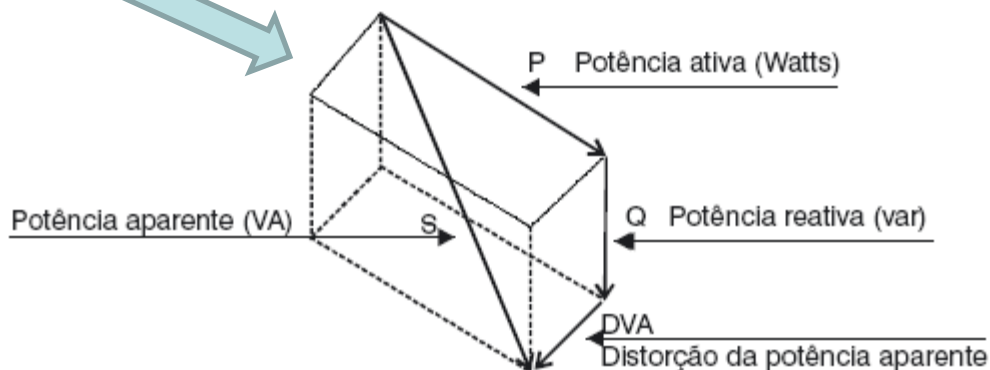
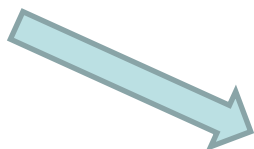
Fator de potência vs $\cos \varphi$

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1}$$



$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$F.P. = \frac{P}{S}$$

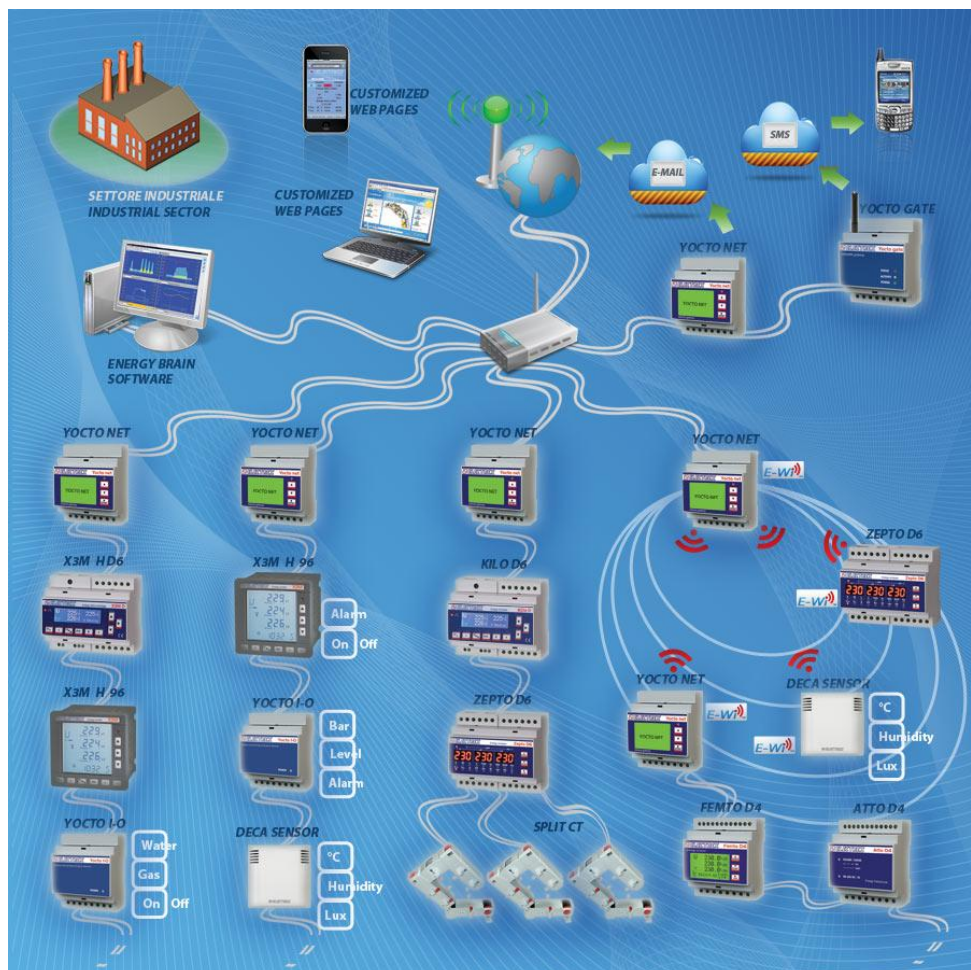


$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$$

$$D = \frac{V_n}{V_i} \times 100\%$$



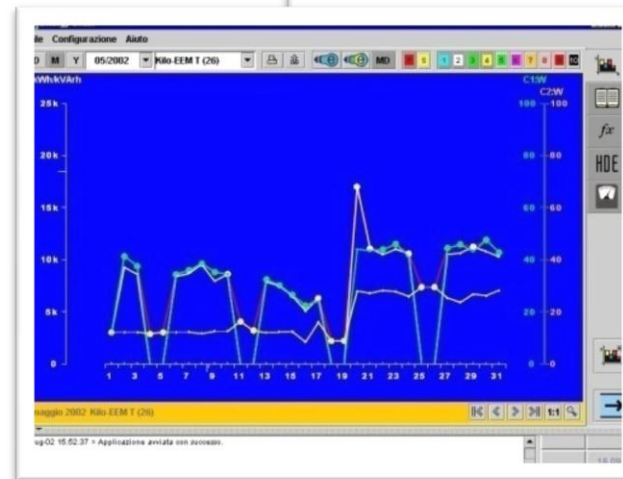
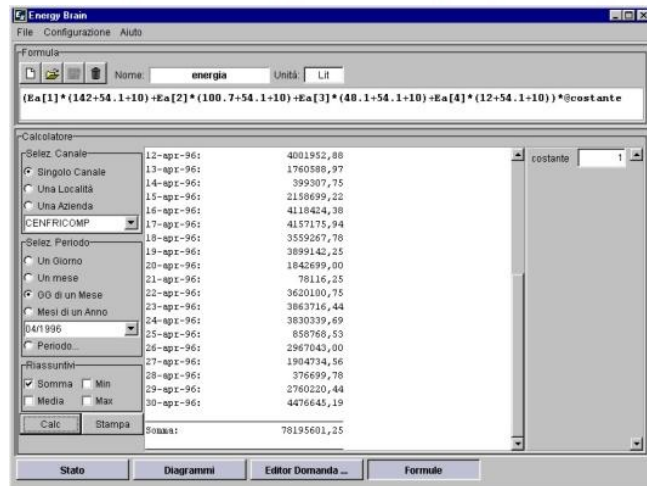
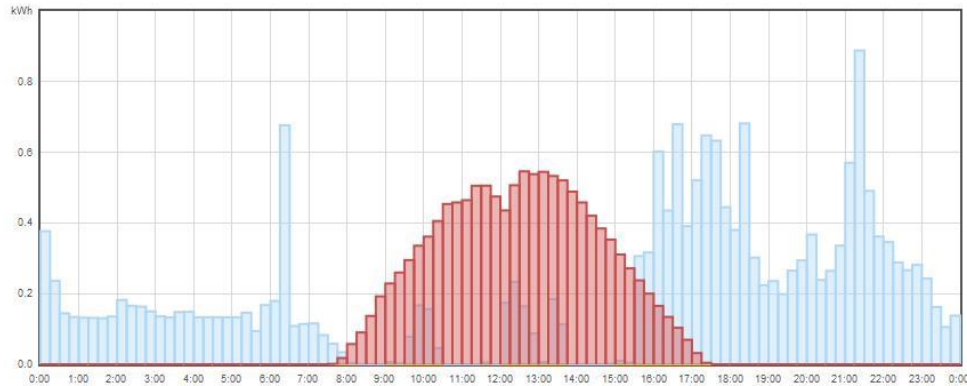
Sistemas de monitorização de energia reativa



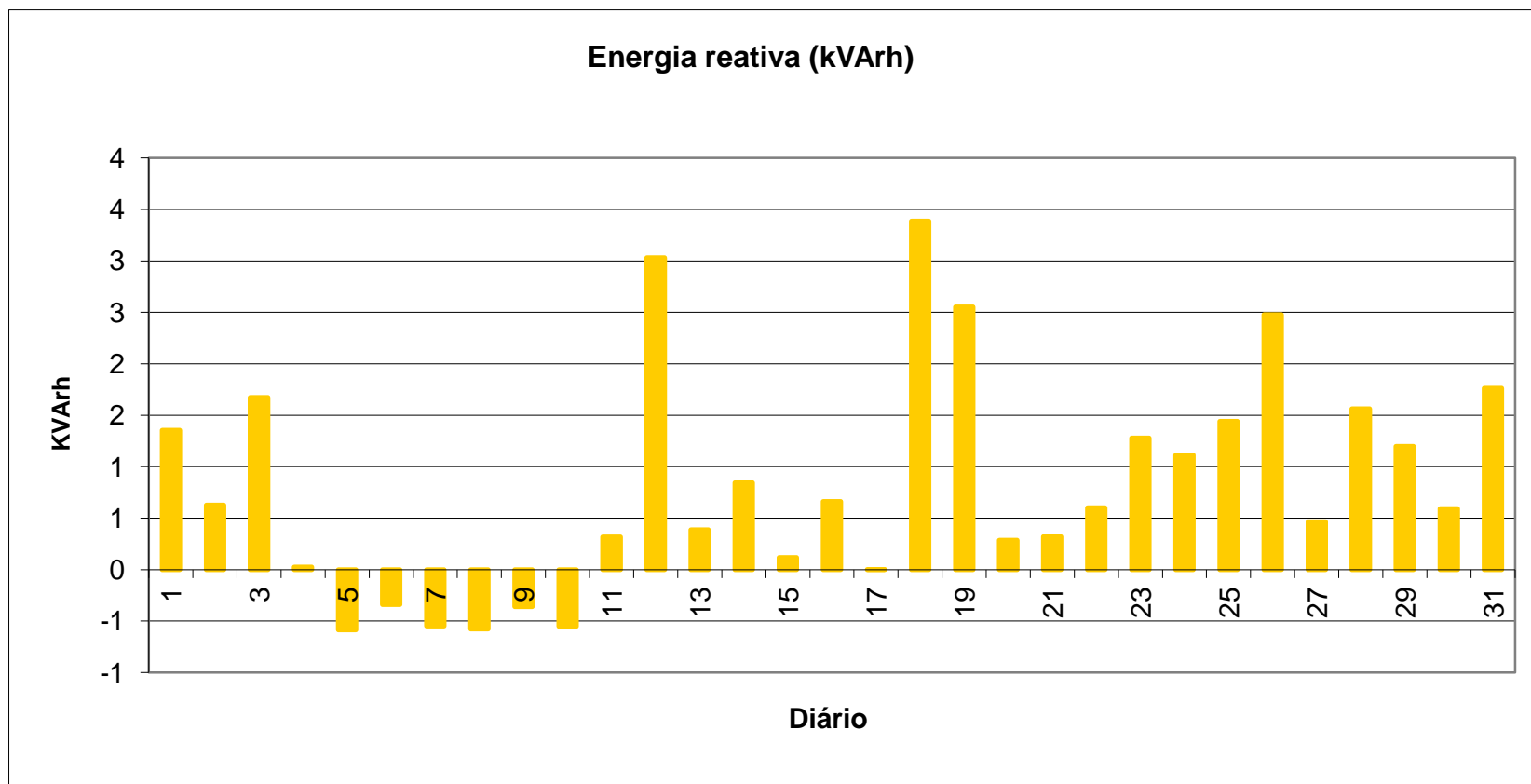


Sistemi di monitoraggio de energia reattiva

Datalog 1 - February 5, 2011 (Saturday)

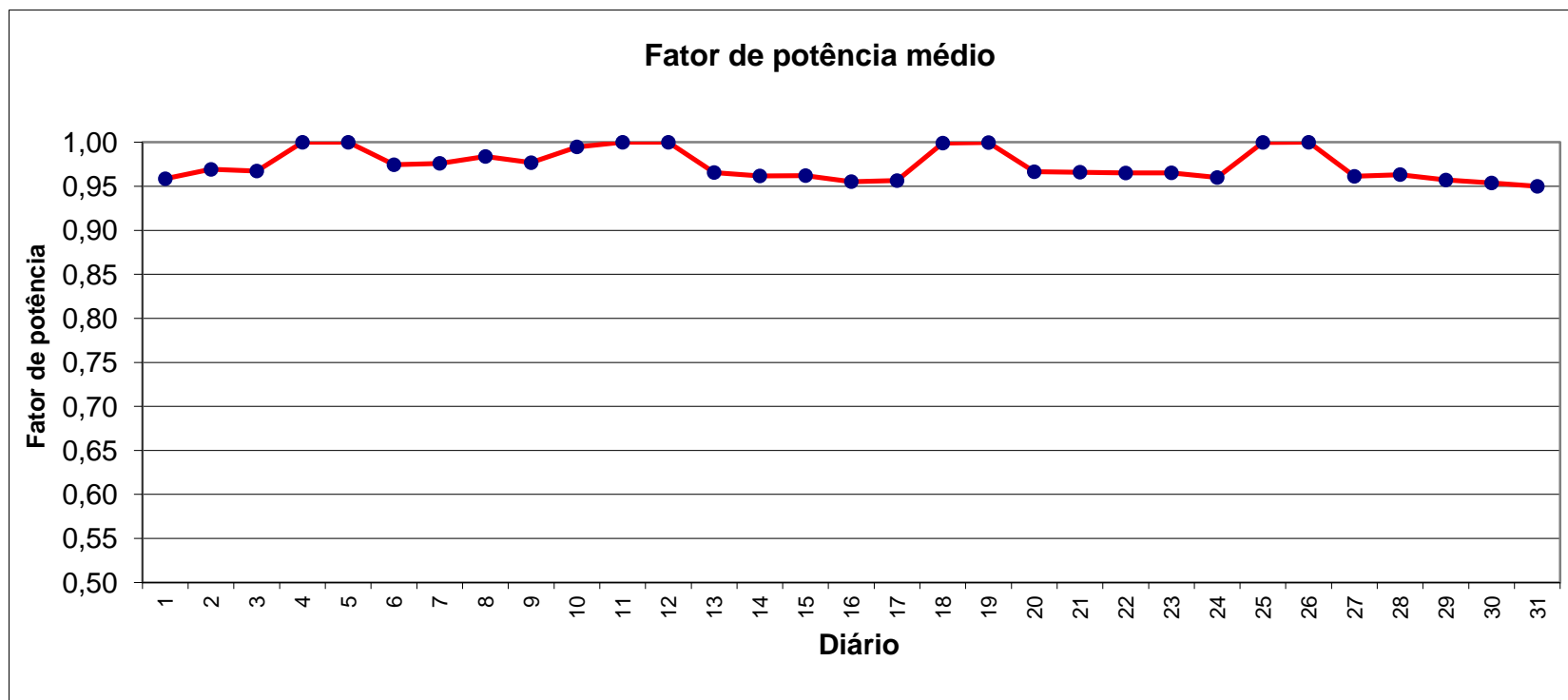


Sistemas de monitorização de energia reativa



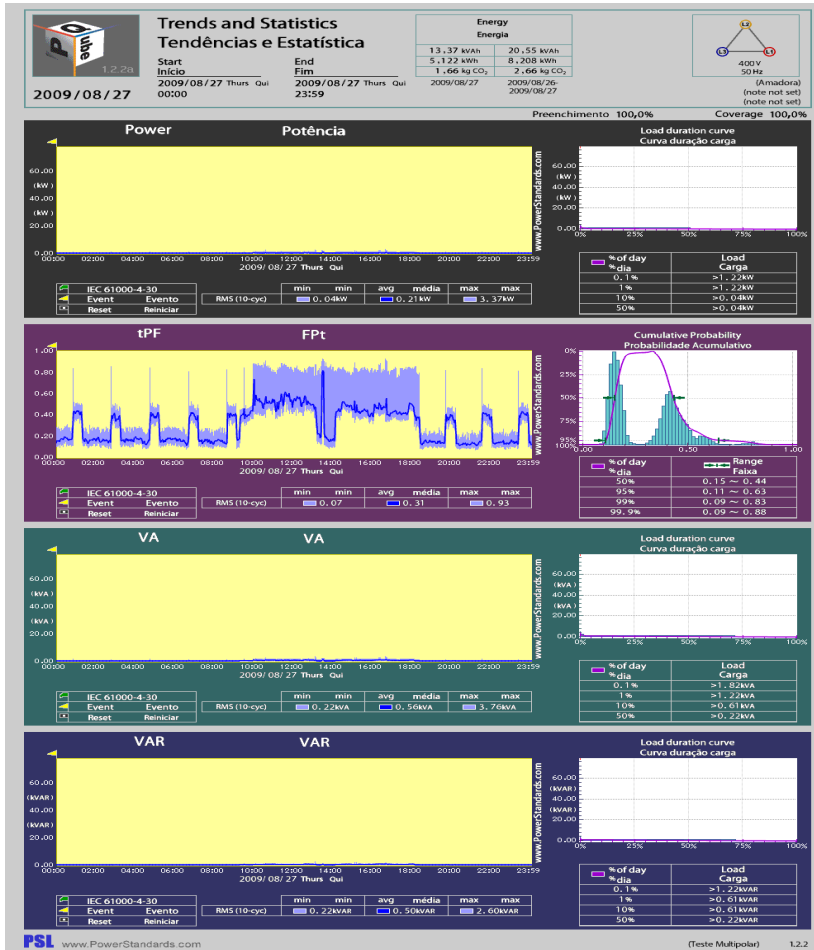


Sistemas de monitorização de energia reativa





Sistemas de monitorização de energia reativa



PQuBE

Para além da monitorização de todos os dados de qualidade de energia, permite:

- ✓ Monitorização do fator de potência
- ✓ Monitorização de energia reativa

Resumindo: as baterias Cydesa apresentam as seguintes vantagens em relação às demais ofertas existentes no mercado nacional:

- **Tamanho reduzido** - as baterias CYDESA têm, geralmente, uma dimensão mais reduzida e menores perdas, inferiores a 1W/KVAr, que as da concorrência. Por sua vez, os condensadores de tamanho mais reduzido têm perdas inferiores a 0,25W/KVAr.
- Ensaçadas num laboratório de prestígio (Labein) segundo a norma CEI 61921-2003 “Baterias de condensadores para compensação de energia reactiva”:
- As baterias de 400V têm condensadores com uma tensão atribuída de 415V, suportando permanentemente 415V e 456V, 8 horas por dia.
- Os condensadores têm uma esperança de vida de 150 000 horas, ou seja, mais de 17 anos se trabalharem 24 horas por dia, equiparável ao resto do equipamento (contactores e regulador).



Conclusões

- A CYDESA é a marca de referência do setor em Espanha, na área da compensação da energia reativa, estando dedicada desde 1976 à correção do fator de potência.
- O Certificado UL verifica a atuação da proteção por desconexão interna do condensador, a única proteção efetiva contra defeitos do condensador no final da sua vida útil.
- Todos os componentes da CYDESA são de origem europeia, enquanto que a maioria dos restantes fabricantes utilizam contactores ou condensadores asiáticos, de baixo custo mas de menor qualidade. A utilização destes componentes vai também garantir a defesa do meio ambiente, um dos seus principais valores da CYDESA.
- Os contactores austríacos Benedikt&Jager, especialmente desenhados para a manobra de condensadores, têm contactos de pré-inserção com desconexão magnética, assegurando uma ligação limpa do condensador, alargando assim a sua vida útil.

Muito Obrigado!

QEnergia - Sistemas para Qualidade e Gestão de Energia, Lda.
Centro Empresarial S. Sebastião,
R. São Sebastião, Lt.11, nº10, Albarraque
2635-448 Rio de Mouro - Portugal

Tel.: +351 214 309 320

Fax: +351 214 309 299

e-mail: qenergia@qenergia.pt
www.qenergia.pt