

Compensação de Energia Reactiva

Exercícios / Soluções



Schneider
Electric

Objectivos:

Compreender as vantagens da compensação de energia reactiva na sua instalação

Material Didático:

- 1) Maquete CER
- 2) Analisador de harmónicas (FLUKE 41B)

1. Parametrização do relé Varlogic

Para que seja possível efectuar os exercícios propostos sobre a maquete é necessário que o relé seja parametrizado da seguinte forma:

➤ Menu de instalação (tecla  durante 2s

1-Cos φ	0,96
2- Nível de resposta de C/K indutivo	0,06
C/K capacitivo	0,06
3- Regulação do TI	100/5

➤ Menu de parametrização (tecla   simultâneamente)

1- Nº de escalões	3
2 -Programa	N
3 - Tensão	L/N
4 –Tempo de resposta	10s
5 -Rotação de fase	0N
6 - U medido	230V
7 - Escalões seguintes	auto
U escalão	400V
Q escalão	1 KVAr
8 - Alarmes	OFF

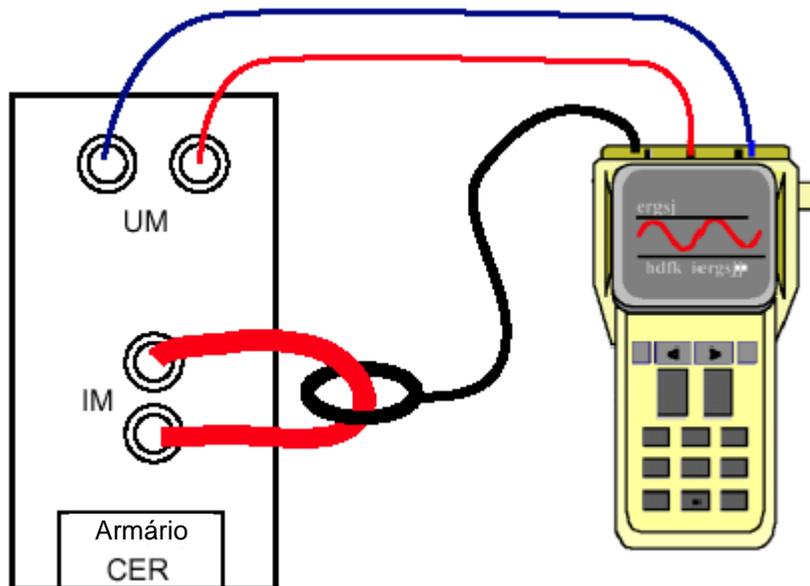
1. Balanço de Potência

Configurações para efectuar o estudo:

- 1- Lampâda de halogéneo a plena onda permitindo obter $P \approx 500 \text{ W}$
- 2 - Lampâda de halogéneo a plena onda permitindo obter $P \approx 500 \text{ W}$ mais a indutância L20

Configuração da maquete (depois de colocar fora de tensão Esperar cerca de 5 min), retirar os shunts I50 ; I40 e I30, objectivo inibir o comando dos escalões de compensação.

Instrumento de medida



1.1 Para as duas configurações propostas, tomar nota dos valores.

	U_{eff} (V)	i_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$
Conf 1	225	1,9	430	0	430	1
Conf 2	225	4,9	510	950	1000	0,47 ar

Identificar o tipo de carga de cada uma das configurações.

1- A configuração 1 identifica uma carga resistiva:

$Q=0$ $P=S$ e $\cos \varphi = 1$.

2 – A configuração 2 identifica uma carga indutiva.

$\cos \varphi = 0,47$

Conclusões.

Na 2ª configuração necessitamos de uma compensação para levar o $\cos \varphi$ até ao valor objectivo de 0,96.

1.2 Verificação da solução

Configuração da maquete (depois de colocar fora de tensão esperar cerca de 5 min), recolocar os shunts I50 ; I40 e I30. Voltar a pôr o armário em tensão, parametrizar o relé varimétrico, conforme instruções de parametrização.

Refazer as medidas para as duas configurações anteriores:

	U _{eff} (V)	I _{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	cos φ
Config 1	225	1,9	430	0	430	1
Config 2	225	2,33	510	110	530	0,98 ar

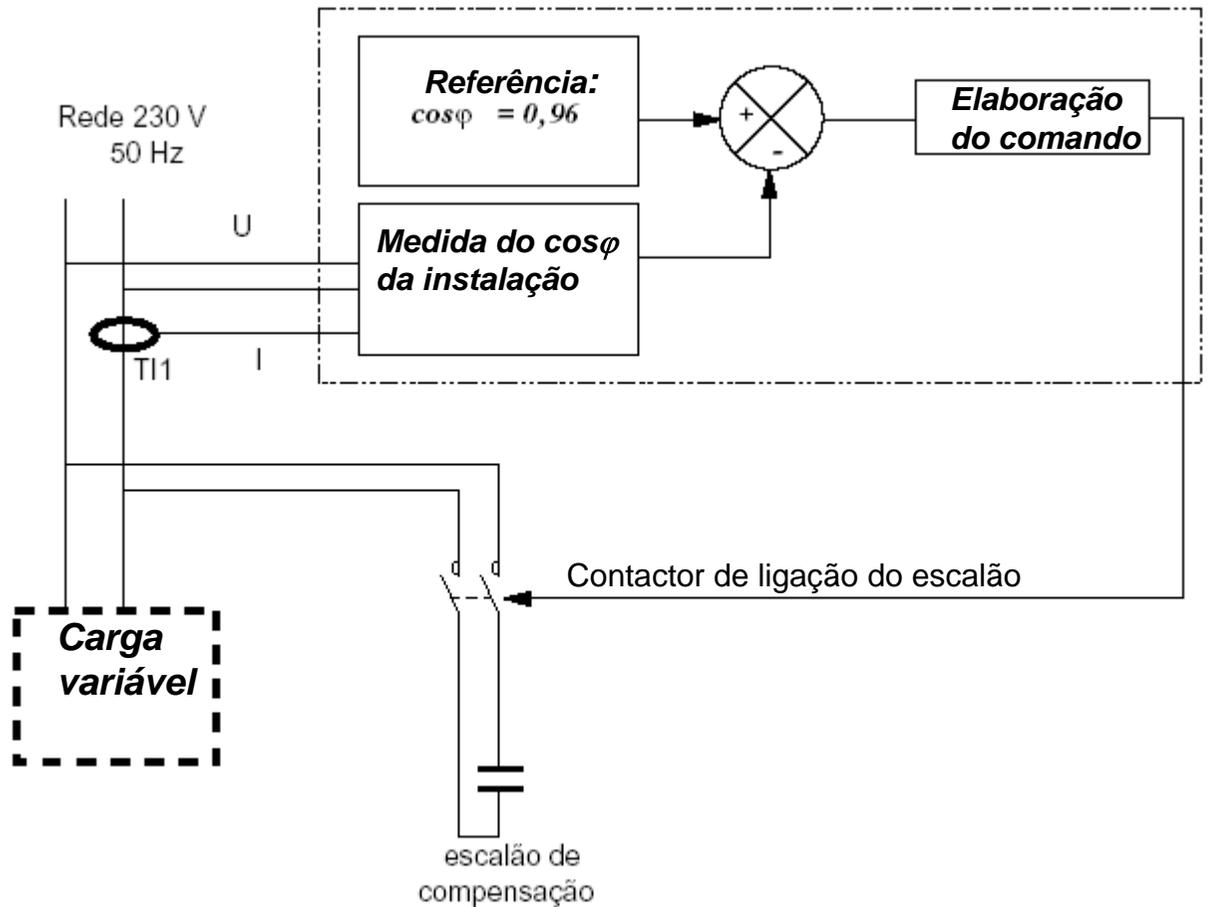
Analisar de novo o comportamento da instalação.

O relé varimétrico não reage na 1ª configuração

Na 2ª configuração o relé varimétrico comanda 2 escalões, elevando o valor do cos j a 0,96.

Nesta configuração verificamos que a entrada destes dois escalões transportam para a aplicação 850VAR que já não são fornecidos pela rede.

Funcionamento do relé varimétrico



O $\cos \varphi$ da instalação é determinado pelas informações dadas pelo T11, colocado à cabeça da instalação para ver a corrente total, e a refª de tensão tomada sobre a alimentação do relé.

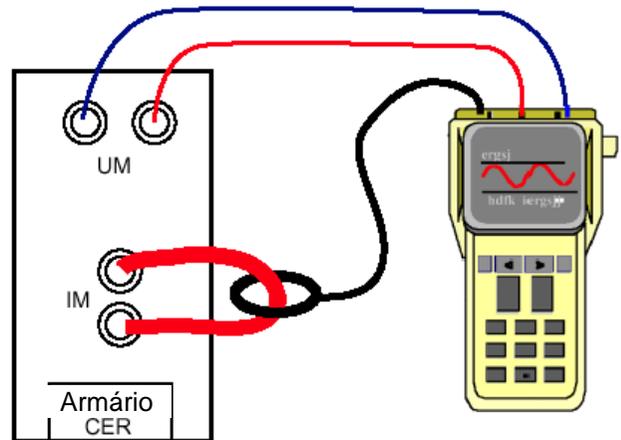
O relé reage em função do $\cos \varphi$ da instalação tendo como referência o valor parametrizado. Logo que o $\cos \varphi < 0,96$ programado, o relé comanda um novo escalão.

2. Justificação das escolhas tecnológicas

1) Identificação dos elementos da maquete

Configuração da maquete (depois de **colocar fora de tensão** esperar cerca de 5 min), retirar os shunt I50 ; I40 e I30 objectivo inibir o comando dos escalões de compensação.

Instrumento de medida



2.1 - 1 Lampâda de halogéneo a plena onda permitindo obter $P \approx 500 \text{ W}$

Completar o quadro seguinte:

U_{eff} (V)	i_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$
225	1,9	430	0	430	1

2.2 – A indutância L20 (desligar halogéneo)

U_{eff} (V)	I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$
<i>230</i>	<i>4,37</i>	<i>110</i>	<i>980</i>	<i>990</i>	<i>0,11 ar</i>

2.3 – Desligar a bobina L20 e halogéneo Forçar o 1º escalão por acção no comutador S60

Configuração da maquete

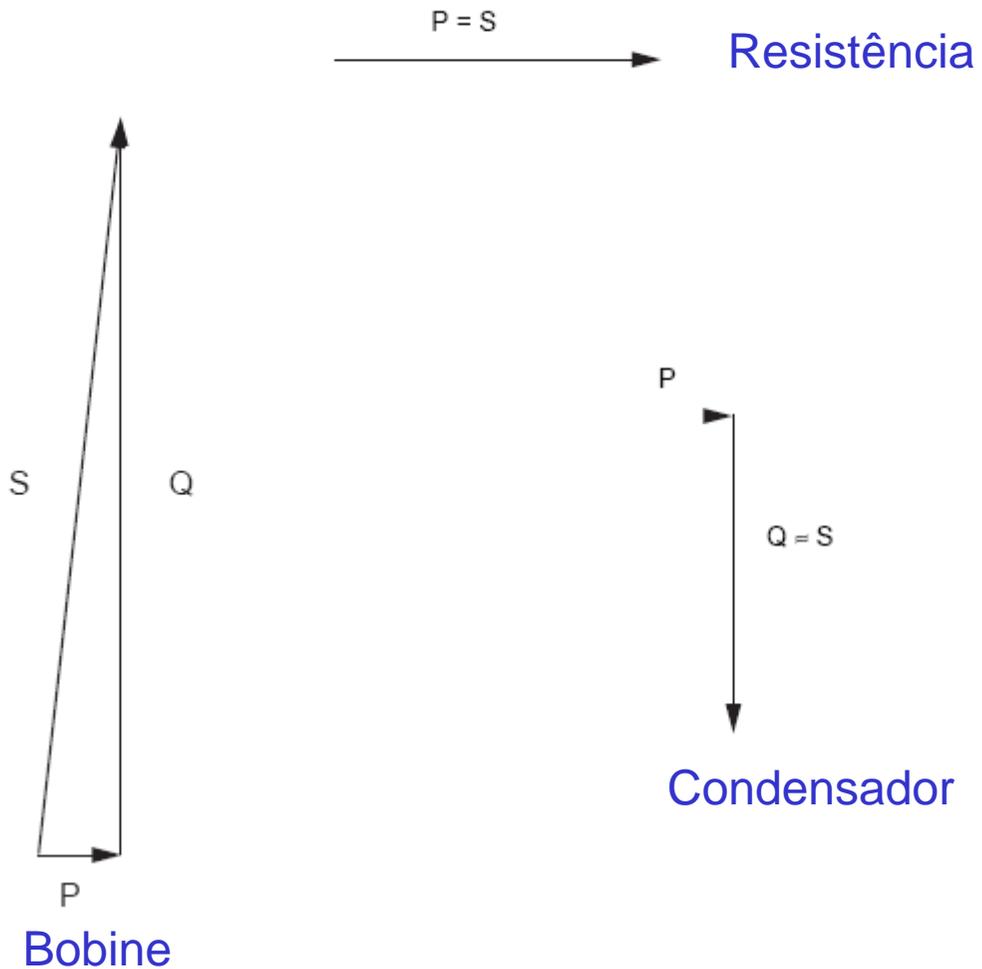
(depois de **colocar fora de tensão** esperar cerca de 5 min), colocar o shunt I50.

U_{eff} (V)	I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$
<i>225</i>	<i>1,9</i>	<i>10</i>	<i>420</i>	<i>440</i>	<i>0,01 ar</i>

a) Representar o triângulo de Fresnel (potências), Relativamente às três configurações propostas.

1 cm = 100W = 100VA

b) Identificação do tipo de cargas.



2.4 – Verificação da compensação

Configuração da maquete (depois de colocar fora de tensão esperar cerca de 5 min), recolocar os shunts I50 ; I40 e I30. Recolocar a maquete em tensão.

2.4.1 – realizar um ensaio com a associação de 1 Lampâda de halogéneo a plena onda permitindo obter $P \approx 500 \text{ W}$ + indutância L20.

Completar o quadro abaixo.

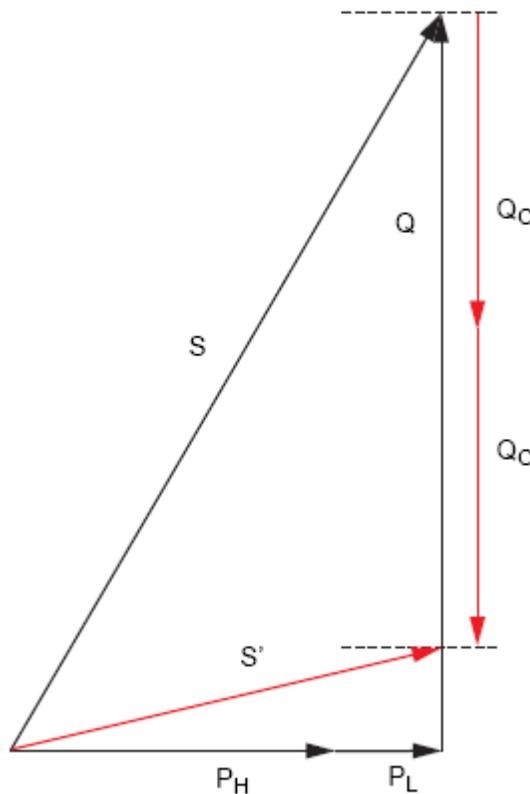
I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$	Nº de escalões ligados
2,4	530	120	560	0,98 ar	2

Concluir sobre o funcionamento da instalação.

A instalação reage, ligando 2 escalões permitindo atingir o valor objectivo do $\cos \varphi$.

2.4.2 – Para a associação das cargas estudadas

a) representar o triângulo de potências, tendo em atenção os valores obtidos no ponto 1.1 config.2, e nesta última situação (2.4.1).



Por construção gráfica, verificamos que necessitamos de 2 escalões para satisfazer o nosso caderno de encargos.

2.4.3 – Colocar o armário fora de tensão e esperar alguns minutos. Forçar os três escalões, por acção em S60, S70 e S80. Recolocar em tensão.

Refazer o ensaio anterior na configuração anterior
Completar o quadro abaixo:

I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$	Nº de escalões ligados
2,6	510	300	600	0,86 av	3

Concluir sobre o novo balanço de potência.

Uma sobrecompensação aumenta a potência aparente pedida à rede, logo a corrente na linha. Esta configuração não é satisfatória. É importante por isso controlar este fenómeno.

Uma bateria fixa de condensadores ligada numa instalação cujo factor de potência varia muito pode conduzir-nos a este tipo de situação.

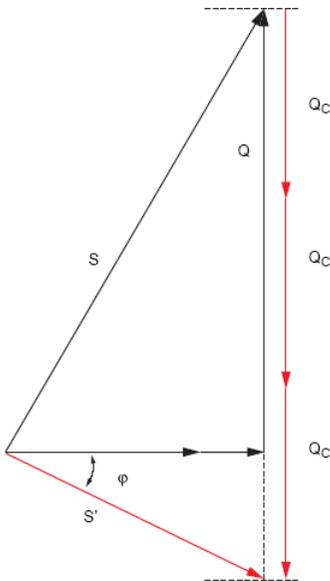


Gráfico da sobrecompensação

2-4-4 - Colocar o armário fora de tensão e esperar alguns minutos. Colocar os comutadores (S60 ...S80) na posição 0, colocar o armário em tensão.

Verificação do bom funcionamento do relé varimétrico:

Refazer um ensaio na configuração precedente, esperar a reacção do relé depois forçar o 3º escalão.

O que se passa ao fim de alguns segundos? Quantos?

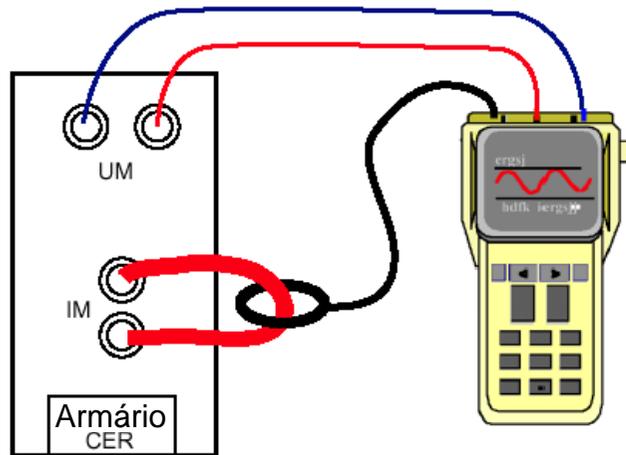
Justifique a reacção do sistema.

Ao fim de alguns segundos (tempo parametrizável) o relé varimétrico deslustra um escalão.

Este efeito permite-nos continuar a responder ao caderno de encargos.

3. Cargas lineares e não lineares

Configuração da maquete (depois de colocar fora de tensão esperar cerca de 5 min), retirar os shunts I50 ; I40 e I30 objectivo inibir o comando dos escalões de compensação.



Config 1 – três halogéneos pilotados com regulador de fluxo a fim de obter $P=500W$

U_{eff} (V)	I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$	FP
225	3,9	500	480	900	0,73	0,55

Configuração da maquete (depois de colocar fora de tensão esperar cerca de 5 min), recolocar os shunts I50 ; I40 e I30. Colocar em tensão.

Efeito da compensação sobre uma carga desfazante, não linear. (três halogéneos pilotados com regulador de fluxo a fim de obter $P=500W$)

completar o quadro abaixo, conclusões.

I_{eff} (A)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	$\cos \varphi$	FP
3,5	490	70	810	0,99 ar	0,6

Conclusões:

Para este tipo de cargas a CER não é suficiente.

Tendo em consideração o ótimo factor de desfazagem o FP é muito mau.

Se verificarmos a forma de onda da corrente verificamos que está muito longe de uma senoide.

Antes de mais devemos melhorar esta forma de onda da corrente aproximando-a da senoide. Isto é possível juntando filtros anti-harmónicas.