



LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS III

EXPERIÊNCIA 06

Correção do Fator de Potência Trifásico em Circuitos Indutivos

1. Objetivos:

Medir tensões e correntes em circuito trifásico; medir potências em circuito trifásico com carga indutiva; verificar o Teorema de Blondel; corrigir fator de potência utilizando banco de capacitores.

2. Introdução Teórica:

Potência trifásica.

Para sistemas trifásicos com carga em ligação em Δ ou Y, simétrico e equilibrado, usa-se as seguintes equações para cálculo da potência.

Potência complexa: $\bar{S}_{3\phi} = P_{3\phi} + jQ_{3\phi} = 3\bar{V}_f \bar{I}_f^*$

Potência aparente	Potência ativa	Potência reativa
$S_{3\phi} = 3V_f I_f = \sqrt{3}V_L I_L$	$P_{3\phi} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \varphi$	$Q_{3\phi} = \sqrt{3}V_L I_L \sin \varphi$

Triângulo de potência:

O triângulo de potência trifásica é o mesmo o que feito em sistemas elétricos monofásicos (ver figura 1).

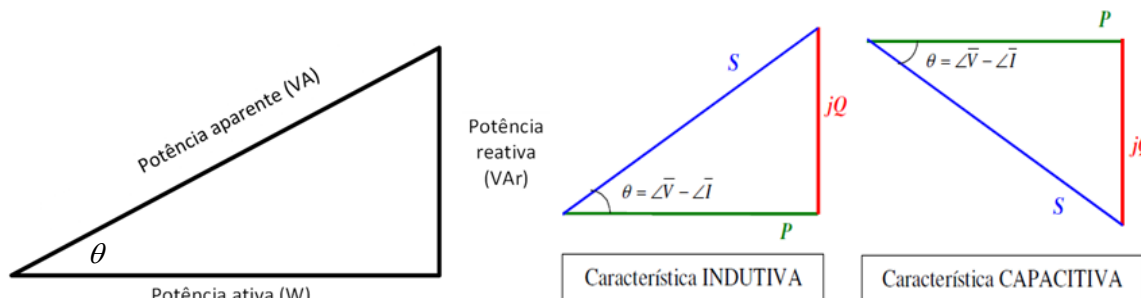


Figura 1- Triângulo de Potência.

$$FP = \cos(\theta) = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3}V_L I_L}$$

$$S_{3\phi} = \sqrt{P_{3\phi}^2 + Q_{3\phi}^2}$$

$$\sin \theta = \frac{Q_{3\phi}}{S_{3\phi}}$$

$$\tan \theta = \frac{Q_{3\phi}}{P_{3\phi}}$$

Teorema de Blondel

Num sistema polifásico com m fases e n fios, a potência ativa total pode ser obtida pela soma da leitura de $n-1$ wattímetros onde seus enrolamentos de corrente estão inseridos em cada um dos $n-1$ fios e o enrolamento de tensão tem um ponto em comum com o seu enrolamento de corrente e o

outro terminal de todos eles está ligado ao *n-ésimo* fio. Para um sistema trifásico pode-se realizar a ligação da Figura 2 para obtenção da potência ativa trifásica da carga.

$$W1 + W2 = P_{3\phi} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$$

$$W0 = \frac{Q_{3\phi}}{\sqrt{3}} = V_L I_L \sin \theta$$

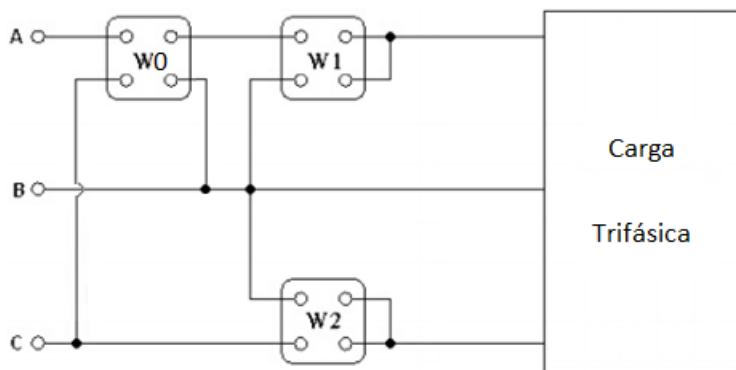


Figura 2- Medição de Potência Ativa e Reativa.

Correção do Fator de Potência

Similar a do caso feito em circuitos monofásicos, com a diferença de que os capacitores podem ser instalados em estrela ou delta, tal como mostra a Figura 3.

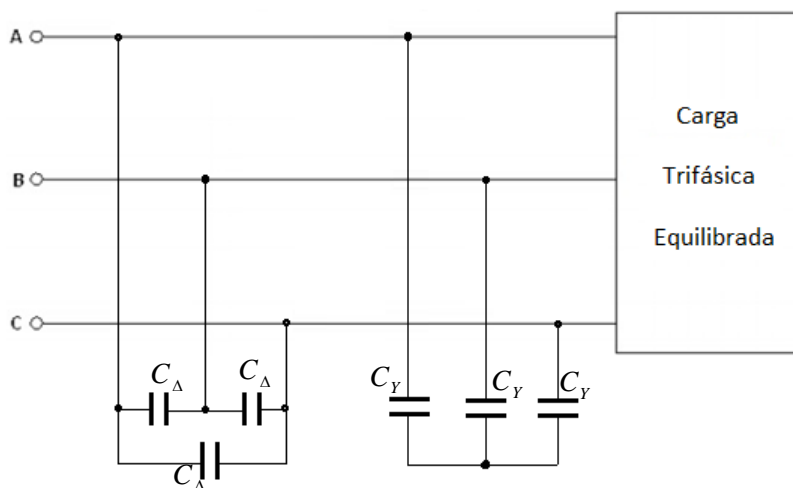


Figura 3- Medição de Potência Ativa e Reativa.

3. Material

- Barramento da Bancada energizada de forma trifásica;
- 3 reostatos de 100 ohms e de 2,5 A ou maior.
- 3 capacitores a óleo de 25 μ F de 370 V;
- 1 capacitor a óleo de 35 μ F de 370 V;
- 3 indutores de 250 espiras, $L = 2,7$ mH, resistência ôhmica de 0,6 Ω , 5 A. (usar com núcleo)
- 1 voltímetro ferro móvel 400 V.
- 4 amperímetros HB ca. 2,5/5 A
- 1 wattímetro 5 A/127 V
- Multímetro digital Tektronix DM250;

4. Parte Experimental

4.1 Carga equilibrada: $Z = R + jX_L$

Para o Circuito da Figura 8, considerando a chave trifásica **k aberta**, e $Z_1 = Z_2 = Z_3 = R + jX_L$, pede-se as seguintes medições:

- medir a potência ativa total utilizando o teorema de Blondel;
- medir a potência ativa absorvida em uma fase da carga (utilizando um único wattímetro);
- medir a corrente absorvida e avaliar a potência ativa total pela somatória das potências dissipadas nas resistências;
- medir a potência reativa utilizando um wattímetro ligado como vâmetro;
- comparar os resultados obtidos nos itens (a), (b) e (c);
- Encontre o fator de potência do sistema elétrico.

Grandeza	Valor medido/calculado
$P_{3\phi}$ (Blondel) (W)	
$P_{1\phi}$ (W)	
I_A (A)	
I_B (A)	
I_C (A)	
$P_{3\phi} (3RI^2)$ (W)	
$Q_{3\phi}$ (Vâmetro) (VAr)	
$Q_{3\phi} (\sqrt{S^2 - P^2})$ (VAr)	
$Q_{3\phi} (3XI^2)$ (VAr)	

Considere $R = 40 \text{ ohm}$ e $L = 0,052 \text{ H}$ (bobina com núcleo)

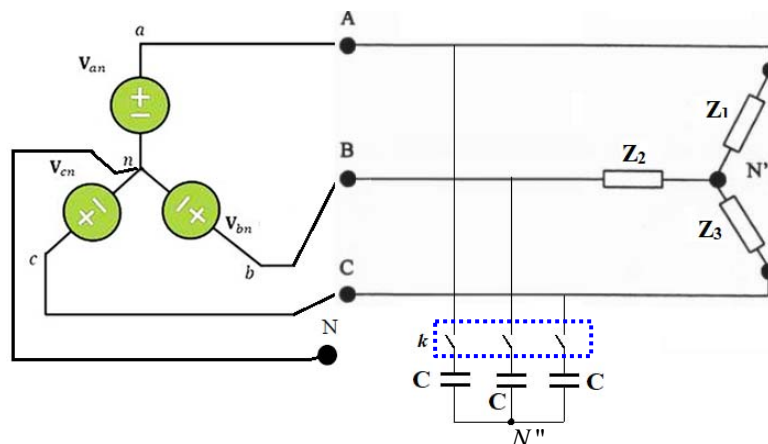


Figura 4- Medição de Potência Ativa e Reativa

4.2 Correção do Fator de potência

Usando o Circuito indicado no item 4.1, agora considerando a chave trifásica **k fechada**:

- medir a potência ativa total utilizando o teorema de Blondel;
- medir a potência ativa absorvida em uma fase da carga (utilizando um único wattímetro);
- medir a corrente absorvida e avaliar a potência ativa total pela somatória das potências dissipadas nas resistências;
- medir a potência reativa utilizando um wattímetro ligado como vâmetro;
- comparar os resultados obtidos nos itens (a), (b) e (c);
- Encontre o novo fator de potência do sistema elétrico.

g) Para que valor do capacitor conectado em delta será possível obter um FP unitário?

4.3 Carga Desequilibrada – sem neutro

Para o Circuito da Figura 8, considere a chave **k** aberta e $Z_1 = 2R$; $Z_2 = R + jX_L$; $Z_3 = R - jX_C$.

- medir a potência ativa total utilizando o teorema de Blondel;
- medir a potência ativa total através da soma das potências ativas absorvidas em cada fase;
- determinar a potência reativa absorvida total pela diferença entre a potência reativa absorvida pela bobina e a potência reativa fornecida pelo capacitor.

Grandeza	Valor medido
W_1 (Blondel) (W): tensão: _____ corrente: _____	
W_2 (Blondel) (W): tensão: _____ corrente: _____	
$P_{3\phi} (2RI_A^2 + RI_B^2 + RI_C^2)$ (W)	
$Q_{3\phi} (X_B I_B^2 + X_C I_C^2)$ (VAr)	

4.4 Carga Desequilibrada – com neutro

Do circuito utilizado no item 4.3, conecte os terminais N-N'.

- Repetir a análise do item 4.3 anterior.
- Encontre o FP de cada fase.

Grandeza	Valor medido
$P_{3\phi}$ (Blondel) (W)	
$P_{3\phi} (2RI_A^2 + RI_B^2 + RI_C^2)$ (W)	
$Q_{3\phi} (X_B I_B^2 + X_C I_C^2)$ (VAr)	

4.5 Melhoria o Fator de potência

Usando o Circuito indicado no item 4.4, agora considerando a chave trifásica **k fechada**: e conectando os terminais N-N' com N'' do banco de capacitivo.

- medir a potência ativa total utilizando o teorema de Blondel;
- medir a potência ativa total através da soma das potências ativas absorvidas em cada fase;
- determinar a potência reativa absorvida total pela diferença entre a potência reativa absorvida pela bobina e a potência reativa fornecida pelo capacitor
- Encontre o novo fator de potência de cada fase o sistema elétrico.
- Para que valor do capacitor será possível obter um FP unitário?**

5. Relatório:

5.1. Desenhe os circuitos elétricos, como os instrumentos de medida incluídos, referente ao item anterior 4.

5.2. Fazer os diagramas fasoriais das tensões do item 4.

5.3. Resultados

5.3.1. Resultados Analítico:

Monte todos os circuitos do item 4 e realize os cálculos para obter o que está sendo solicitado nesse item.

5.3.2. Resultados de Programação:

Realize os scripts de acordo com o solicitado no item 4 e o item 5.3.1.

5.3.3. Resultados Simulação:

Realize a montagem do circuito da Figura 4 num simulador (bancada virtual) e faça as medições solicitadas no item 4.

5.4. Compare os resultados Experimentais, Analíticos e de Simulação e do item v anterior, analise-os, mostre as diferenças e resalte os erros mais grosseiros. Explique o porquê dessas diferenças.

5.5. Conclusões e comentários, procurando relacionar os valores obtidos com os valores teóricos esperados, tudo em base ao item anterior.

PREPARATÓRIO:

- (a) Pesquise sobre correção de fator de potência para sistemas trifásico desequilibrado e relate a sua pesquisa em no máximo duas páginas. **(No relatório)**
- (b) Monte o circuito da figura 4 e determine o que é solicitado no item 4 parte experimental.
- (c) Num simulador de circuitos elétricos, realize o indicado do item 4 parte experimental.
- (d) Compare e comente os resultados obtidos em (b) e (c).

CUIDADOS GERAIS:

Após montar o circuito teste, verifique se as conexões estão fixas e seguras. Lembre os cuidados de segurança num laboratório de circuitos elétricos. Aguarde o professor verificar a montagem do circuito antes de ligar a fonte.