

Experiência N° 10

Medição de Tensão, Corrente e Potência em Circuitos Trifásicos – Conexão Δ

1. OBJETIVOS

- Realizar medidas de tensão, corrente e potência em circuitos trifásicos.

2. INTRODUÇÃO

O circuito apresentado na Figura 10.1 está na configuração Estrela-Delta ou Y- Δ . Qualquer **variação na impedância** (Z_n , para $n=1,2,3$) de uma das fases que desequilibre o sistema faz com que as **correntes de linha** sejam **diferentes**. A **carga é equilibrada se $Z_1 = Z_2 = Z_3$** . As tensões de fase da carga V_ϕ são iguais às tensões de linha E_L do gerador, mesmo que a carga não seja equilibrada.

$$V_\phi = E_L \text{ ou } V_{ab} = E_{AB}; V_{ca} = E_{CA}; V_{bc} = E_{BC} \quad 10.1$$

Se empregamos a lei de Kirchhoff para correntes em vez da lei de Kirchhoff para tensões (Figura 9.3(b) da experiência 9), temos que:

$$I_L = \sqrt{3}I_\phi = I_{Aa} = I_{Bb} = I_{Cc} \quad 10.2$$

e

$$I_{ab} = \frac{V_{ab}}{Z_{ab}}; I_{bc} = \frac{V_{bc}}{Z_{bc}}; I_{ca} = \frac{V_{ca}}{Z_{ca}} \quad 10.3$$

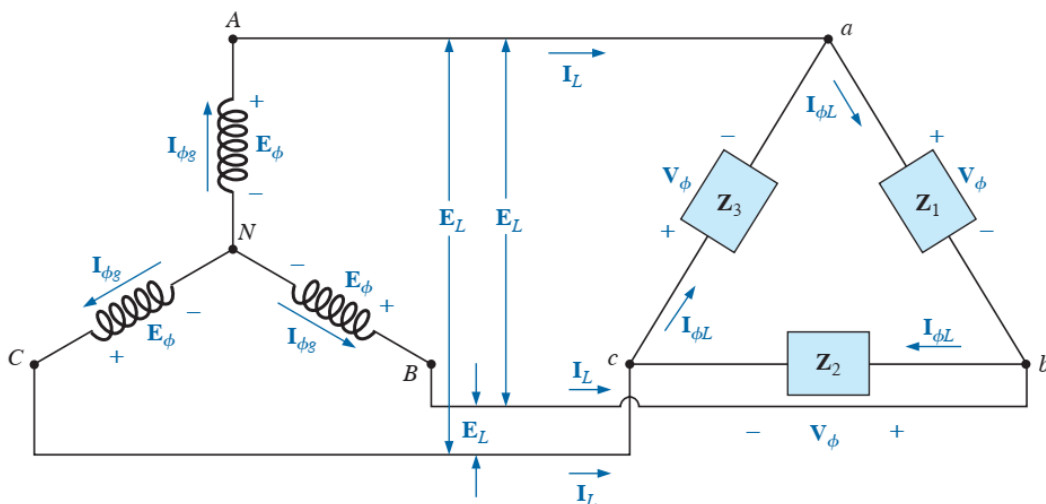


Figura 10.1 Gerador em Y com uma carga em Δ .

Potência para carga equilibrada

Potência média: A potência média fornecida a cada fase pode ser determinada por:

$$P_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \cos \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = I_{\phi}^2 R_{\phi} = \frac{V_{\phi}^2}{R_{\phi}} \text{ (watts, } W) \quad 10.4$$

Potência total. Potência total fornecida à carga equilibrada é dada por:

$$P_T = 3P_{\phi} \rightarrow \sqrt{3} E_L I_L \cos \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = 3 I_L^2 R_{\phi} \text{ (watts, } W) \quad 10.5$$

Potência reativa. A potência reativa associada a cada fase e total podem ser determinadas por:

$$Q_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \sin \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} = I_{\phi}^2 X_{\phi} = \frac{V_{\phi}^2}{X_{\phi}} \text{ e } Q_T = 3Q_{\phi} \text{ (VAR)} \quad 10.6$$

Potência aparente. A potência aparente associada a cada fase e total podem ser determinadas por:

$$S_{\phi} = V_{\phi} I_{\phi} \text{ e } S_T = 3S_{\phi} = \sqrt{3} E_L I_L \text{ (VA)} \quad 10.7$$

Fator de potência. O fator de potência do sistema é dado por:

$$F_p = \frac{P_T}{S_T} = \cos \theta_{I_{\phi}}^{V_{\phi}} \quad 10.8$$

3. PROCEDIMENTO

Os circuitos das Figura 10.2 e 10.3 estão conectados a uma fonte trifásica equilibrada em Δ , cuja tensão de fase é $V_{AN} = 100 \text{ V}$ (correspondente à tensão de linha, a qual é $V_{AB} = 173 \text{ V}$) e frequência de 60 Hz. Calcule as tensões e as correntes do circuito e anote os valores na Tabela 10.2.

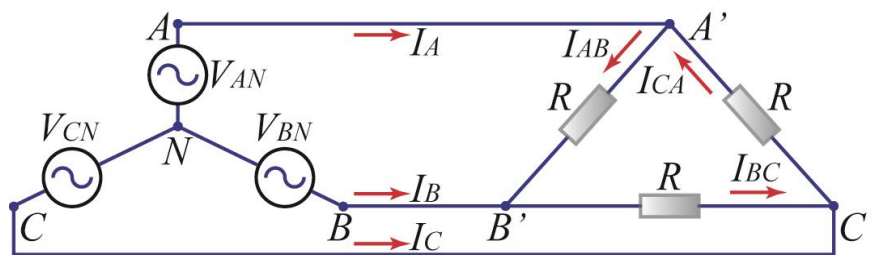


Figura 10.1 Circuito a ser simulado, com fontes com 60 Hz de frequência.

A impedância Z é composta por um conjunto de uma resistência de 600Ω ligada em série com um indutor de $1,6 \text{ H}$ (correspondente a uma reatância indutiva de 600Ω), como mostrado pela ligação trifásica da Figura 10.2.

Experiência No 10 - Medição de Tensão, Corrente e Potência em Circuitos Trifásicos – Conexão Δ

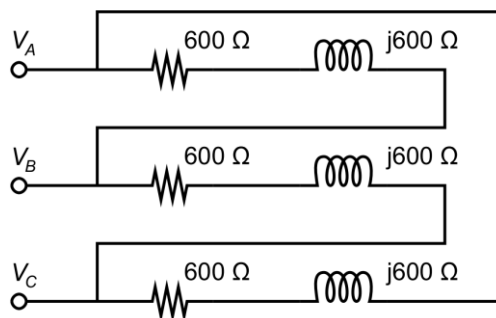


Figura 10.2 Carga RL ligada em Δ .

Tabela 10.1 Valores de tensão e corrente calculados para o circuito.

Tensão (V)		Corrente de Linha (A)		Corrente de Fase (A)	
V_{AB}		I_A		I_{AB}	
V_{BC}		I_B		I_{BC}	
V_{CA}		I_C		I_{CA}	

Calcule agora as potências ativa, reativa e aparente do circuito, e anote os valores na Tabela 10.2.

Tabela 10.2 Impedância, resistência e reatância do circuito RC série.

Potência Ativa (W)		Potência Reativa (Var)		Potência Aparente (VA)	
P_A		Q_A		$ S_A $	
P_B		Q_B		$ S_B $	
P_C		Q_C		$ S_C $	

Simule agora o circuito mostrado na Figura 10.1, utilizando a Figura 10.2. Meça então, a tensão de linha, a tensão de fase, a corrente de linha e a corrente de neutro do circuito, e anote os valores obtidos na Tabela 10.3.

Tabela 10.3 Valores de tensão e corrente obtidos na simulação.

Tensão (V)		Corrente de Linha (A)		Corrente de Fase (A)	
V_{AB}		I_A		I_{AB}	
V_{BC}		I_B		I_{BC}	
V_{CA}		I_C		I_{CA}	

Meça também as potências ativa, reativa e aparente, e anote os valores na Tabela 9.4.

Tabela 10.4 Valores de potência obtidos na simulação.

Potência Ativa (W)		Potência Reativa (Var)		Potência Aparente (VA)	
P_A		Q_A		$ S_A $	
P_B		Q_B		$ S_B $	
P_C		Q_C		$ S_C $	

Ainda para o circuito da Figura 10.1, altere a carga da fase B para uma resistência de 1200 Ω ligada em série a um indutor de 3,2 H (equivalente a uma reatância indutiva de 1200 Ω) e altere também a carga da fase C para uma associação de resistências em paralelo, sendo uma de 600 Ω e outra de 1200 Ω , ligadas em série com uma associação de indutores em paralelo, sendo um de 1,6 H e outro de 3,2 H (equivalentes à reatâncias indutivas de

Experiência No 10 - Medição de Tensão, Corrente e Potência em Circuitos Trifásicos – Conexão Δ

600 Ω e 1200 Ω , respectivamente), e meça a tensão de linha, a corrente de linha e a corrente de fase do circuito, e anote os valores medidos na Tabela 10.5.

Tabela 10.5 Valores de tensão e corrente obtidos para o circuito – carga desequilibrada.

Tensão (V)		Corrente de Linha (A)		Corrente de Fase (A)	
V_{AB}		I_A		I_{AB}	
V_{BC}		I_B		I_{BC}	
V_{CA}		I_C		I_{CA}	

Meça também as potências ativa, reativa e aparente e anote os valores medidos na Tabela 10.6.

Tabela 10.6 Valores de potência obtidos para o circuito- carga desequilibrada.

Potência Ativa (W)		Potência Reativa (Var)		Potência Aparente (VA)	
P_A		Q_A		$ S_A $	
P_B		Q_B		$ S_B $	
P_C		Q_C		$ S_C $	

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

- 1) Demonstre para um circuito Y- Δ a relação entre corrente de fase e corrente de linha;
- 2) Obtenha a relação entre as correntes de linha e de fase no circuito, com base nos dados da Tabela 10.3. Compare com o resultado do item anterior;
- 3) Qual a relação entre as correntes de linha e fase no circuito experimental? Justifique a sua resposta;
- 4) O que aconteceu com o circuito quando foram alteradas as cargas em relação às tensões e às correntes obtidas na Tabela 10.5? (Justifique a sua resposta. Utilize os dados aferidos de tensão e corrente para ratificar sua justificativa);
- 5) Qual a relação entre as correntes de linha obtidas para o circuito da Experiência 09 em comparação com os valores obtidos para a Experiência 10? Compare os valores medidos nas situações em que a carga está equilibrada (Justifique a sua resposta).