

PARTEII – APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DA TEORIA DE CURTO-CIRCUITO EM TRANSFORMADORES

Objetivo: Uso dos parâmetros e modelos determinados na parte i para verificação do comportamento de transformadores trifásicos quando submetidos a vários tipos de curto-circuito nos seus terminais ou na linha de alimentação. Também é objetivo explícito dos diferentes tipos desta experiência a comparação entre os efeitos dos diferentes tipos de curto sobre a mesma linha e o mesmo transformador.

1- INTRODUÇÃO

O método das componentes Simétricas é ferramenta usual para o estudo de curto-circuitos, na sua maioria assimétricos, nos sistemas trifásicos. A sua teoria é bastante conhecida e pode ser encontrada nas Referências 1 e 2 . Uma coletânea das fórmulas mais freqüentemente usadas é apresentada no item 4 desta apostila, para facilitar o trabalho.

Referência 1 – Robba, E. J. – Introdução a Sistemas Elétricos de Potência, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1973.

Referência 2 – Stevenson Jr. W.D. – Elementos de Análise de Sistemas de Potência, Editora McGraw Hill Ltda, São Paulo,1986.

Esta experiência foi preparada para permitir uma comparação rápida e bastante completa das conseqüências de uma série de condições de curto-circuito freqüentes de sistemas trifásicos. Essa comparação deve ser obtida pela aplicação dos parâmetros determinados na ParteI para o calculo dos geradores equivalentes de THévenin que alimentam o curto em cada uma das condições estudadas.

A eficácia da comparação é potencializada pelo fato do transformador ser único para todas as condições de curto e pelo fato de ser considerado também o curto de transformadores com enrolamento terciário.

2-ROTEITO DA PARTE EXPERIMENTAL

2.1- CURTO NO SECUNDÁRIO DO TRANSFORMADOR

O problema proposto é a determinação do gerador equivalente de Thévenin correspondente a curto-circuitos fase-terra, fase-fase e trifásico, aplicados ao secundário de transformadores trifásicos, como no monofilar da figura1.

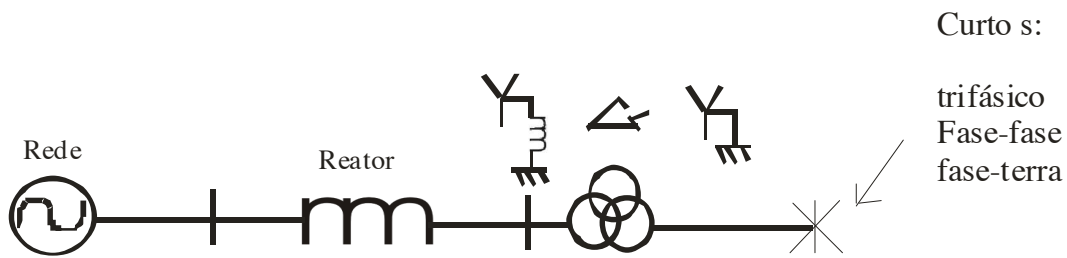


Figura 1

O modelo para linha real, transposta ou sem transposição, deve incluir a indutância mútua entre as três fases, como indicado na figura 2 e na equação do circuito.

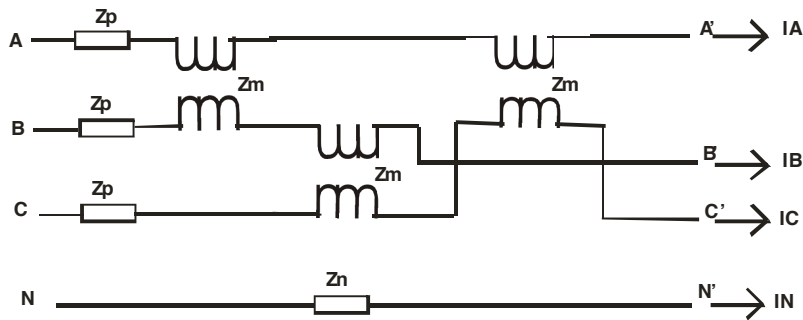


Figura2

Da teoria de componentes simétricas, temos:

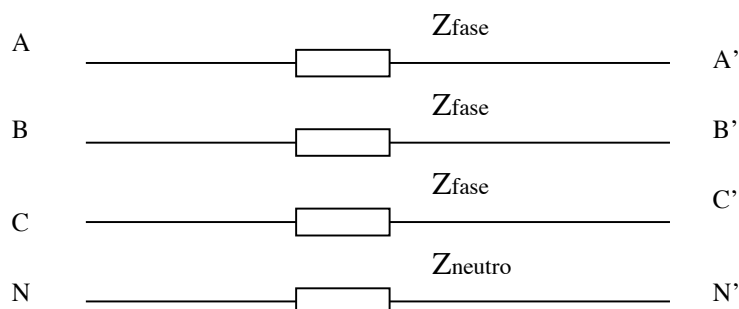
$$\begin{bmatrix} V_{AN0} \\ V_{AN1} \\ V_{AN2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_{A'N0} \\ V_{A'N1} \\ V_{A'N2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{00} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{11} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{A0} \\ I_{A1} \\ I_{A2} \end{bmatrix}$$

com

$$Z_{00} = Z_P + 2Z_M + 3Z_N$$

$$Z_{11} = Z_{22} = Z_P - Z_M$$

Para facilitar o trabalho experimental, a indutância mútua será desconsiderada e a indutância das linhas será aproximada por uma indutância pura construída em um reator com perdas desprezíveis, como na figura 3 e na equação do circuito. Adotar como impedância série do transformador o valor determinado na experiência anterior (Parte1).



$$Z_{11} = Z_{FASE}$$

$$Z_{00} = Z_{FASE} + 3Z_{NEUTRO}$$

Obs.: Para a experiência, utilizar 2 reatores em série para cada fase, sendo um reator grande e outro pequeno.

2.2- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL A

2.2.1- Levantar a curva característica do reator, aplicando tensão variável de 60Hz de modo a cobrir correntes de zero a 5ª e preencher a Tabela 1 com os valores medidos e os resultados dos cálculos. Embora o valor da impedância varie em função da corrente, pode ser adotado o valor médio dos valores de Z como valor constante para Z reator.

Curva de saturação do reator

I(A)	1	2	3	4	5
V(V)					
W(W)					
R(Ω)					
X(Ω)					
Z(Ω)					

Tabela 1

$$Z_{REATOR} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.2.2- Ligar o transformador em Estrela aterrado/Estrela aterrado como na figura 4. Aplicar curto-circuito trifásico no secundário e medir as tensões de fase e correntes de curto no primário e no secundário. Anotar os resultados na Tabela2.

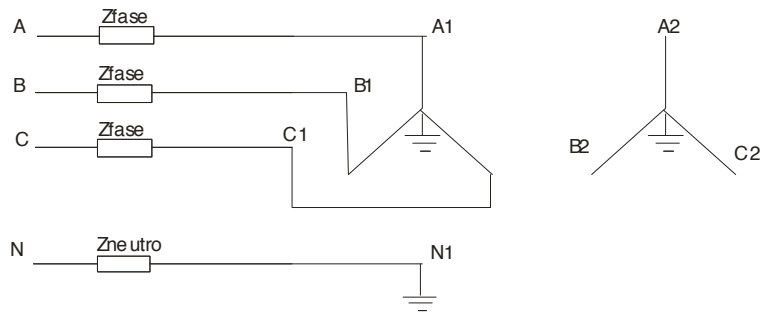


Figura 4

2.2.3- Repetir o procedimento para curto dupla-fase no secundário. Anotar em separado tensão e corrente da fase sã.

2.2.4 Repetir o procedimento para curto fase-terra no secundário. Anotar em separado tensão e corrente das fases sãs.

2.2.5 Colocar um reator como impedância de aterramento no centro-estrela do primário, como na figura5. Aplicar curto fase-terra no secundário e medir tensões e correntes, identificando a fase sã.

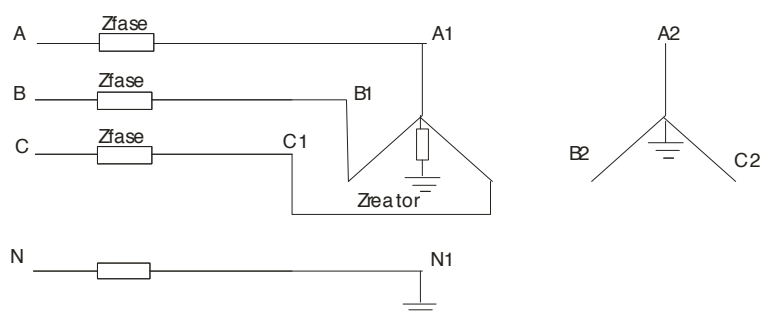


Figura 5

2.2.6- Ligar o terceiro enrolamento do transformador em fechado e aplicar curto-circuito trifásico no secundário. Medir e anotar tensões e correntes, como nos itens anteriores.

2.2.7- Repetir o item 2.2.6 aplicando curto dupla-fase no secundário, indicando qual a fase sã.

2.2.8- Repetir o item 2.2.6 aplicando curto fase-terra no secundário, indicando quais as fases sãs.

2.2.9- Preparar o relatório contendo:

- a) Os diagramas seqüenciais para todas as situações;
- b) O gerador equivalente de Thévenin visto pelo ponto de defeito;
- c) As relações entre as correntes de defeito e as sobretensões verificadas

condição	2.2.2	2.2.6	2.2.3	2.2.7	Fase sã	2.2.4	2.2.5	2.2.8	Fase sã
Tipo de curto	3Φ	3Φ c/ Δ	ΦΦ	ΦΦ c/ Δ		ΦT	ΦT c/ Zn	ΦT c/ Δ	
V _{A1N'} V _{B1N'} V _{C1N'} I _{A1} I _{B1} I _{C1} I _N					S				S
					X				S
					X				X
					S				S
					X				S
					X				X
					X				X
V _{A2N'} V _{B2N'} V _{C2N'} I _{A2} I _{B2} I _{C2} I _N									
V _{A3B3} V _{B3C3} V _{C3A3} I _{A3B3} I _{B3C3} I _{C3A3}									

Tabela 2