



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
ELT 441 – SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA I

Prof. Heverton Augusto Pereira
Contato: TEL (31) 3612-6401 heverton.pereira@ufv.br

Aluno: Werikson Frederiko de Oliveira Alves

Matrícula: 96708

Prova 1 – Cálculo de Curto Circuito – 25 pontos – 13/12/21

- 1- No sistema de energia elétrica radial, representado pelo diagrama unifilar da Figura 1, calcule as correntes de curto-circuito em Ampères (A), quando corre um curto-circuito trifásico na barra E. (10 pontos).

OBS: A impedância do transformador 2, definido na figura 1 como TR2 é dada pela **soma dos números da sua matrícula**:

Exemplo hipotético: Se sua matrícula é 81811, logo a soma é $YYY = 8+1+8+1+1 = 19$. Assim, a impedância do TR2 é 19%, na base de 11,95 kV ou 220 V, e impedância de 500 kVA.

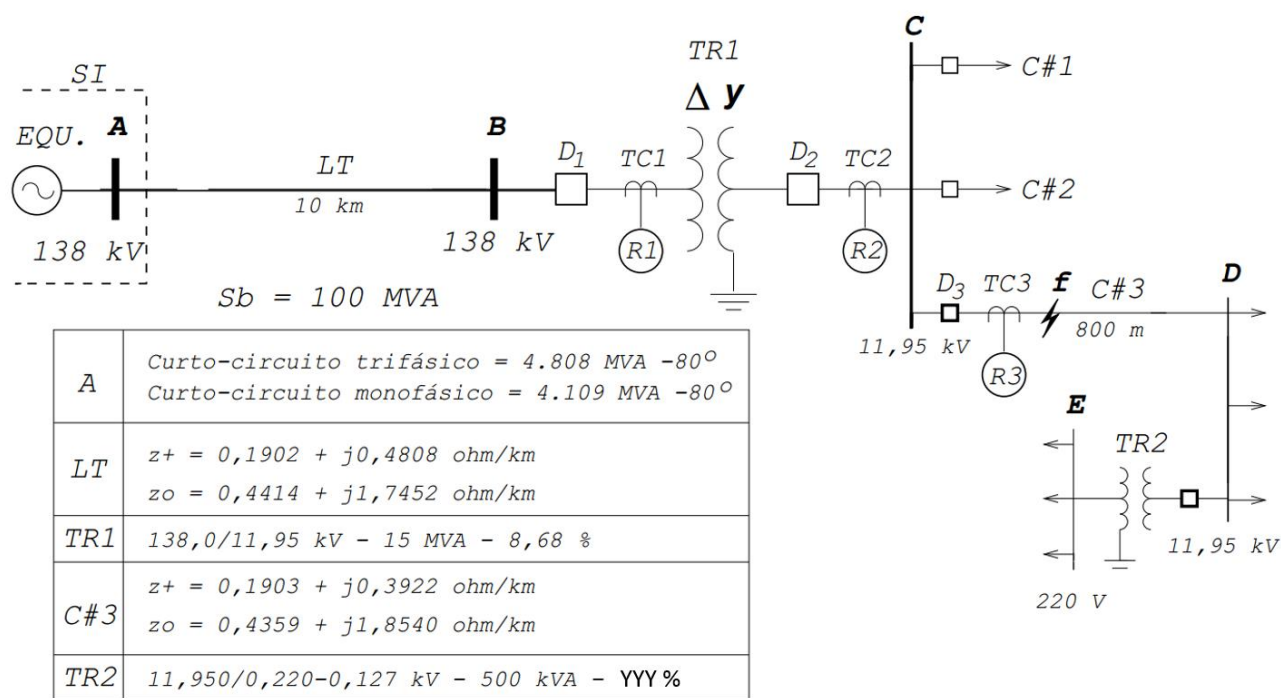


Figura 1 – Sistema radial

Resolução

Weslley Alves - 96708 - Questão 1 - 13/12/21

$$9+6+7+0+8=30\%$$

$$Z_{TR2} = 30\%, V_B = 11.95/\sqrt{3} \text{ kV} \text{ e } S_B = 500 \text{ kVA} \text{ } \{ \text{Transformador 2} \}$$

Base do sistema: $S_B = 100 \text{ MVA}$

Fonte:

$$Z_F = \frac{S_B}{S_{cc3\phi}} \times 100\% = \frac{100 \times 10^6}{4808 \angle -80^\circ \times 10^6} \times 100\% \Rightarrow Z_F = (0.36 + j2.05)\%$$

Linha de transmissão:

$$Z_{LT}^+ = \frac{Z_L \times l_T \times 100\%}{Z_B} = \frac{(0.1902 + j0.4808) \times 10}{\frac{(138 \times 10^3)^2}{100 \times 10^6}} \times 100\% \Rightarrow Z_{LT}^+ = (1 + j2.52)\%$$

Transformador 1:

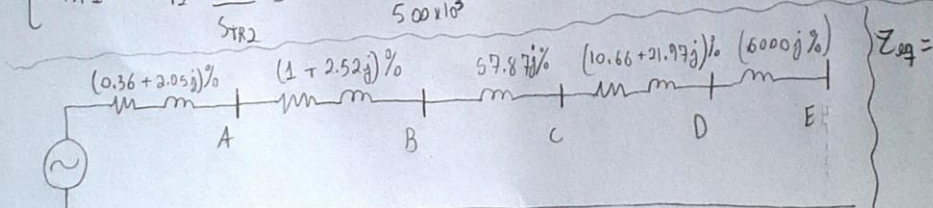
$$Z_{TR1} = Z_{T1} \times \frac{S_B}{S_{TR1}} = 8.68\% \times \frac{100 \times 10^6}{15 \times 10^6} \Rightarrow Z_{TR1} = (57.87j)\%$$

Linha de distribuição:

$$Z_{LD}^+ = \frac{Z_L \times l_D \times 100\%}{Z_B} = \frac{(0.1903 + j0.3922) \times 0.8}{\frac{(11.95 \times 10^3)^2}{100 \times 10^6}} \times 100\% \Rightarrow Z_{LD}^+ = (10.66 + j21.97j)\%$$

Transformador 2

$$Z_{TR2} = Z_{T2} \times \frac{S_B}{S_{TR2}} = 30\% \times \frac{100 \times 10^6}{500 \times 10^3} \Rightarrow Z_{TR2} = (6000j)\%$$



$$Z_{eq} = Z_F + Z_{LT}^+ + Z_{TR1} + Z_{LD}^+ + Z_{TR2} = (12.02 + j6084.41j)\% \quad I_B = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 220} = 262431.94 \text{ A}$$

$$i_{cc3\phi} = \frac{100}{Z_{eq}} = 0.02 \angle -89.89^\circ \Rightarrow |I_{cc3\phi}| = |i_{cc3\phi}| \times I_B = 4313.18 \text{ A}$$

- 2- Um transformador trifásico de potência de 5.000 kVA, com tensões nominais 13.200/ 220 V e com o primário ligado em triângulo e o secundário ligado em estrela, possui impedância de $YYY\%$. Desprezando-se a impedância da rede de média tensão, o valor eficaz da corrente permanente no primário, após o transitório inicial, quando ocorrer um curto-circuito trifásico franco no secundário, aproximadamente, em A, vale: (5 pontos)

OBS: A impedância do transformador (YYY), é dada pela **soma dos números da sua matrícula**:

Exemplo hipotético: Se sua matrícula é 81811, logo a soma é $YYY = 8+1+8+1+1 = 19$. Assim, a impedância do tafo é **19%**.

Questão 2 -

Transformador: $\left\{ \begin{array}{l} 5000 \text{ KVA} \\ 13200/220 \text{ V} \\ \Delta Y \\ Z = 30\% \end{array} \right.$ $I_{cc}^P = ?$ quando ocorre um curto no secundário.

Diagrama do circuito: Um curto-circuito no secundário de um transformador com 5000 KVA e 13200/220 V. A impedância do transformador é $Z = 30\%$. A tensão de curto-circuito no primário é $13200/220 \text{ V}$ e a potência é 5000 KVA . A impedância do transformador é 30% . A tensão de curto-circuito no primário é $13200/220 \text{ V}$ e a potência é 5000 KVA . A impedância do transformador é 30% .

Cálculos:

$$I_B^S = \frac{5000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 220} = 13121.60 \text{ A}$$

$$I_B^P = \frac{5000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 13200} = 218.69 \text{ A}$$

$$I_{cc}^S = \frac{100}{30j} = -\frac{10}{3}j$$

$$I_{cc}^P = I_{cc}^S \times I_B^P = 728.98 \angle -90^\circ \text{ A}$$

$$I_{cc}^S = I_{cc}^P \times I_B = -43738.66j \text{ A}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_1 = I_{cc}^P = I_{cc}^S \times \frac{V_2}{V_1} = I_{cc}^S \times \frac{220}{13200} = 728.98 \angle -90^\circ \text{ A}$$

$$|I_{cc}^P| = 728.98 \text{ A}$$

- 3- Calcule o valor da tensão V_A de um sistema trifásico, cujas tensões de fase podem ser decompostas nas componentes simétricas: $V_0 = XXX\angle 0^\circ$ V, $V_+ = 140\angle 120^\circ$ e $V_- = 40\angle -120^\circ$.
(5 pontos)

OBS: A tensão XXX é dada pela **soma dos números da sua matrícula**:

Exemplo hipotético: Se sua matrícula é 81811, logo a soma é $XXX = 8+1+8+1+1 = 19$. Assim, a tensão $V_0 = 19$ V.

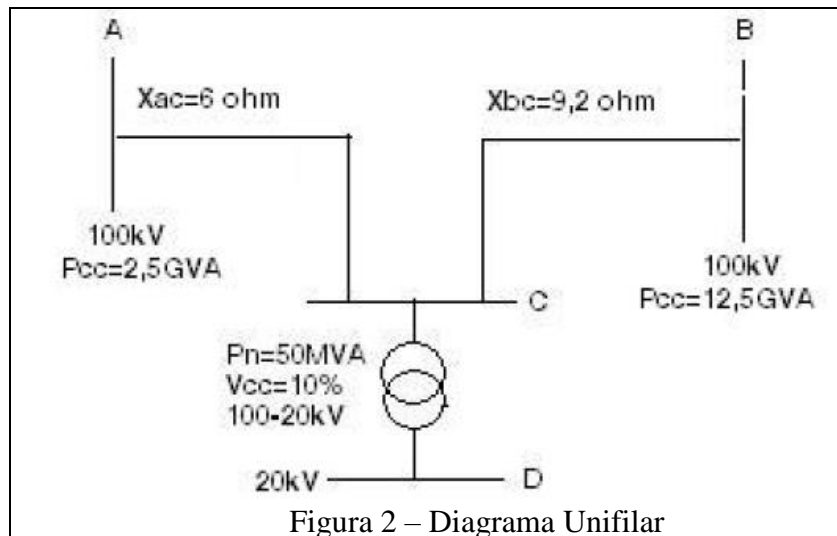
Questão 3

$V_A = ?$

$$\begin{cases} V_0 = 30\angle 0^\circ \text{ V} \\ V_+ = 140\angle 120^\circ \\ V_- = 40\angle -120^\circ \end{cases} \quad \begin{cases} \begin{bmatrix} \hat{V}_A \\ \hat{V}_B \\ \hat{V}_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 \\ a & a^2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_+ \\ V_- \\ V_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a^2 & a & 1 \\ a & a^2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 140\angle 120^\circ \\ 40\angle -120^\circ \\ 30\angle 0^\circ \end{bmatrix} \\ \hat{V}_A = 140\angle 120^\circ + 40\angle -120^\circ + 30\angle 0^\circ = 10\sqrt{111}\angle 124.72^\circ \text{ V} \\ \hat{V}_B = 140\angle 0^\circ + 40\angle 0^\circ + 30\angle 0^\circ = 210\angle 0^\circ \text{ V} \\ \hat{V}_C = 140\angle 240^\circ + 40\angle 120^\circ + 30\angle 0^\circ = 10\sqrt{111}\angle -124.72^\circ \text{ V} \end{cases}$$

$$\boxed{|\hat{V}_A| = 105.36 \angle 124.74^\circ \text{ V}}$$

- 4- O diagrama da Figura 2 mostra o trecho final de um sistema de transmissão. Considerando apenas os parâmetros constantes neste diagrama, os valores máximos eficazes das correntes de curto-circuito trifásico na barra "D" são: **(5 pontos)**



Questão 4 - OBS.: Estão consideradas considerando que a reatância do transformador é 10%.

<p>Linha AC</p> <p>$Z_{AC} = 6j \Omega$</p> <p>$S_{AC} = 2,5 GVA$</p> <p>$V_{AC} = 100 KVA$</p>	<p>Linha BC</p> <p>$Z_{BC} = 9,2j \Omega$</p> <p>$S_{BC} = 12,5 GVA$</p> <p>$V_{BC} = 100 KV$</p>	<p>Transformador</p> <p>$Z_{TR} = 0,1j \Omega$</p> <p>$S_{TR} = 50 MVA$</p> <p>$V_{TR} = 100/20 KV$</p>	<p>Sistema Total:</p> <p>$S_B = 100 MVA$</p>
--	--	--	---

<p>Linha AC</p> <p>$Z'_{AC} = \frac{6j}{\frac{(100 \times 10^3)^2}{100 \times 10^6}} \times 100 \Rightarrow Z'_{AC} = 6j\%$</p>	<p>Linha BC</p> <p>$Z'_{BC} = \frac{9,2j}{\frac{(100 \times 10^3)^2}{100 \times 10^6}} \times 100 \Rightarrow Z'_{BC} = 9,2j\%$</p>
--	--

$Z'_{TR} = 10\%j \times \frac{100 \times 10^6}{50 \times 10^6} \Rightarrow Z'_{TR} = 20j\%$

$I_B^D = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 2886,75 A$

Diagrama de impedâncias equivalentes:

A $\xrightarrow{j6\%}$ C $\xrightarrow{j20\%}$ D

B $\xrightarrow{j9,2\%}$ C

$Z_{eq} = Z'_{AC} // Z'_{BC} + Z'_{TR} \Rightarrow Z_{eq} = 23,63j\%$

$I_{cc}^D = \frac{100}{Z_{eq}} = -4,23j$

$I_{cc}^D = i_{cc}^0 \times I_B^D = 12215,65 \angle -90^\circ \Rightarrow |I_{cc}^D| = 12.215,65 A$

$|I_{cc}^D| = 12,2 kA$

