

Universidade Federal da Bahia
Departamento de Engenharia Elétrica e Computação - DEEC

Relatório da Etapa I - Trabalho de Curto-Circuito - 2021.1

Discentes: Henrique Nunes Poleselo, Leonardo Lima, Miguel Damásio
Docente: Daniel Barbosa

Maio
2021

Conteúdo

1	Especificações	1
2	Desenvolvimento dos Scripts	2
3	Simulações	4
3.1	Determinação do Disjuntor 52-1 na Barra 4	4
3.2	Impedância do transformador TR03T1	4
3.3	Determinação da potência de curto-circuito na barra 8	5
3.4	Alteração da Configuração dos Transformadores	5

1 Especificações

Durante esta primeira etapa do trabalho de curto-circuito utilizou-se o software Anafas para validar os dados calculados pelos scripts em Python que foram desenvolvidos. O sistema elétrico de potência que foi analisado em questão é mostrado na Figura 1. Sendo os requisitos para esta primeira etapa:

- Diagrama de de sequência positiva;
- Matriz de impedância de base de sequência positiva;
- As tensões de pós-falta (V_a , V_b , V_c) em todas as barras em Volts e por unidade, nas suas respectivas referências, e as correntes, em Ampères e por unidade, nas linhas de transmissão (I_a , I_b , I_c) circunvizinhas para os seguintes curtos-circuitos:
 - Trifásico na barra da SE4 – 345kV com impedância de falta $Z_{fa} = 0,467\Omega$
 - Trifásico na barra da SE6 – 138kV com impedância de falta $Z_{fb} = 1,187\Omega$
 - Trifásico na barra da SE7 – 13,8kV com impedância de falta $Z_{fc} = 1,005\Omega$

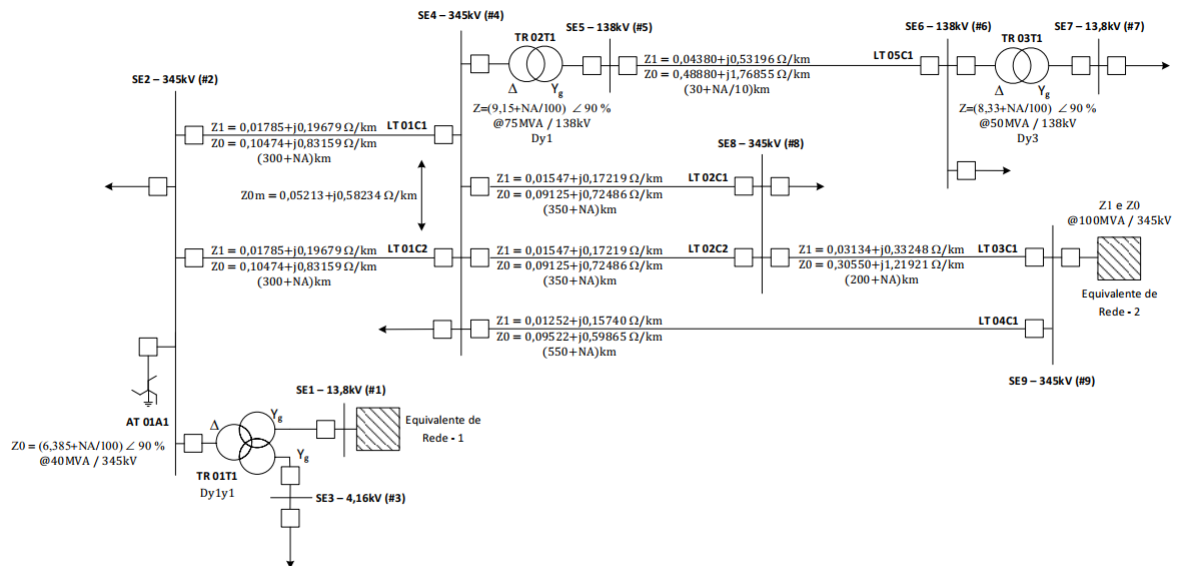


Figura 1: Representação do SEP que foi analisado.

As tensões de pré-falta foram fornecidas:

Barra	Módulo(PU)	Angulo
1	1.0394	-13.8148°
2	1.0266	-13.8715°
3	1.0346	-14.0869°
4	1.0222	-13.6568°
5	1.0166	-20.6902°
6	1.0161	-21.1685°
7	0.9891	-26.0122°
8	1.0136	-12.2356°
9	1.0207	-8.8582°

Tabela 1: Tabela das tensões de pré-falta.

2 Desenvolvimento dos Scripts

O ponto de partida para o cálculo das tensões de pós-falta é primeiro determinar o diagrama de sequência positiva, também conhecido como a matriz ZBarra, que se encontra na Figura 9 em anexo a este relatório, a mesma representa as relações de impedância existentes entre as barras do sistemas elétrico de potência. O script que realiza o cálculo referente ao ZBarra se encontra em anexo a este relatório, com o nome *calc-zbarra.py*. É importante salientar que para a realização da etapa 1, a resolução foi dividida em dois diferentes programas, portanto é necessário rodar primeiramente o *calc-zbarra.py*, que gerará um arquivo CSV com o *zbarra.csv* que é importado no segundo programa *calc-tensao-pos-falta.py*, que realiza o cálculo das correntes de falta, tensões pós-falta e correntes circunvizinhas.

O passo a passo para o cálculo da matriz ZBarra pode está descrito no respectivo código. Usou-se a impedância equivalente vista da barra $Z_{1e_q} = 0,05719$ com ângulo de $85,20976^\circ$ e a potência de curto circuito trifásico, S_{cc_3} , ambos fornecidos nas tabelas de instrução do trabalho. $S_{cc_3} = 29761,6736 W$ com ângulo de $86,9873^\circ$.

Para o cálculo das tensões de pós falta foi necessário inicialmente determinar as correntes de falta, visto que a variação das tensões nas barras é resultado da corrente de falta passante entre elas, logo da matriz de impedâncias tem-se que:

$$V_{pos} = V_{pref} + Z_{kk} \cdot I_{fk} \quad (1)$$

Onde V_{pos} representa a tensão de pós-falta, V_{pref} a tensão de pré-falta, Z_{kk} o

elemento da matriz ZBarra (onde o k representa a barra em que a falta ocorre) e I_{f_k} a corrente de falta. Para computar a tensão de pós-falta, é necessário primeiro calcular a corrente de falta. Tal corrente é calculada pela expressão (2) abaixo aplicada à barra onde ocorreu a falta:

$$I_{f_k} = \frac{V_{pref}}{Z_{f_k} + Z_{t_{hk}}} \quad (2)$$

Lembrando que as tensões de pré-falta V_{pref} constam na Tabela 1, já as resistências de falta Z_{f_k} foram dadas também e são referenciadas tanto no script quanto neste relatório como sendo Z_{fa} , Z_{fb} e Z_{fc} , cada uma representando a resistência de falta nas barras 4, 6 e 7, respectivamente. O termo $Z_{t_{hk}}$ é impedância de Thévenin vista da barra do curto, o mesmo pode ser obtido por meio do elemento Z_{kk} da matriz ZBarra, portanto, a equação é reescrita da forma:

$$I_{f_k} = \frac{V_{pref}}{Z_{f_k} + Z_{kk}} \quad (3)$$

Por meio do script desenvolvido em Python, obteve-se a seguinte saída do programa, *i.e.*: as seguintes correntes de falta:

```
Corrente de Falta na barra 4 é: Módulo(PU): 32,12584109102582 Fase(graus): -68,51850
Corrente de Falta na barra 4 é: Módulo(kA): 5,376192174448375 Fase(graus): -68,51850

Corrente de Falta na barra 6 é: Módulo(PU): 4,225277450856896 Fase(graus): -107,41853
Corrente de Falta na barra 6 é: Módulo(kA): 1,7677283142413658 Fase(graus): -107,41853

Corrente de Falta na barra 7 é: Módulo(PU): 1,466534145035217 Fase(graus): -153,21178
Corrente de Falta na barra 7 é: Módulo(kA): 6,135535387042465 Fase(graus): -153,21178
```

Obtidas as correntes de falta relativas aos curtos nas respectivas barras e feitas as devidas defasagens em relação aos transformadores existentes no SEP é possível obter as tensões de pós-falta em todas as barras do sistema, a tabela que contém as tensões pós-falta calculadas pode ser encontrada na Figura 10.

Para o cálculo das correntes circunvizinhas utiliza-se a Lei de Ohm, uma vez que estas são calculadas por meio da diferença entre as tensões de pós-falta presentes em barras adjacentes a barra do curto, divididas pelas impedâncias das linhas de transmissão ou pela reatância do transformador, a depender do caso. A tabela que contém os cálculos feitos no script pode ser encontrado na Figura 11. O cálculo detalhado foi comentado devidamente no script *calc-tensao-pos-falta.py*.

3 Simulações

3.1 Determinação do Disjuntor 52-1 na Barra 4

Para o dimensionamento do disjuntor 52-1, foi especificado que a tensão nominal do disjuntor é a tensão pré-falta na barra 4 e a corrente nominal do disjuntor será determinada pela corrente de curto. Sendo a barra 4 diretamente ao terra, sendo o este o pior caso. Conforme mostrado na Figura 2, os parâmetros comerciais devem ser de 380kV e 5kA.

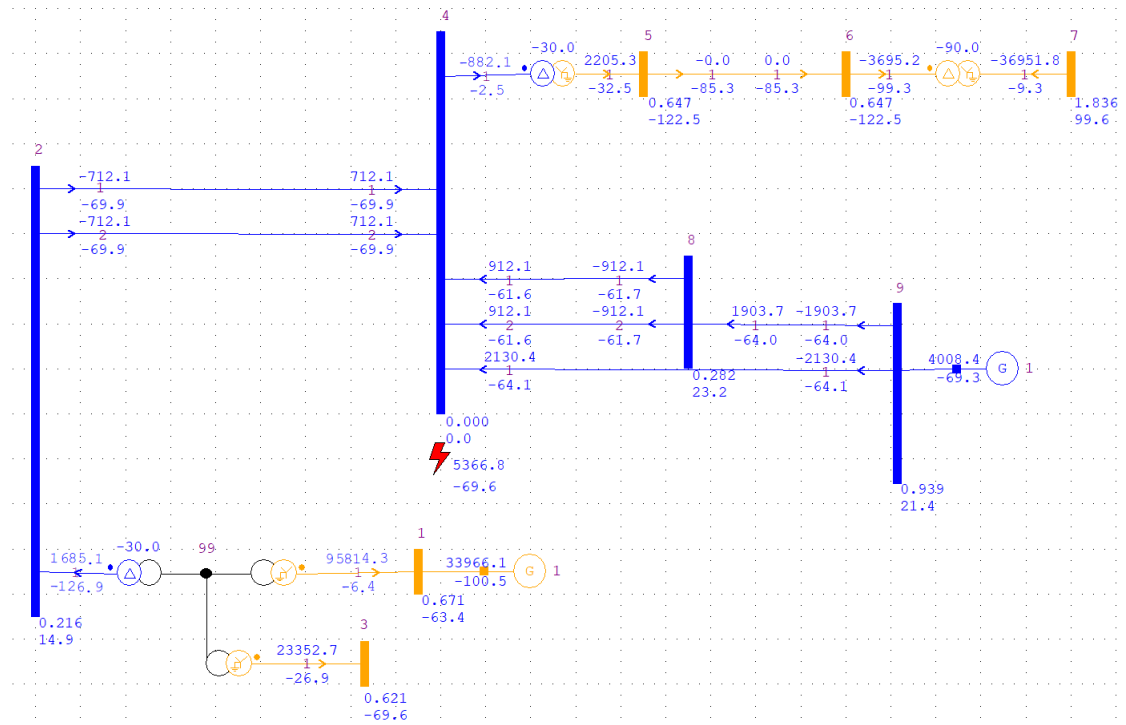


Figura 2: Corrente máxima de curto na barra 4.

3.2 Impedância do transformador TR03T1

Através das simulações, uma falta trifásica na barra 7 sem impedância, observou-se que quando o transformador TR03T1 tem a sua reatância alterada para aproximadamente 28% PU, a corrente de falta na barra 7 alcança o valor de aproximadamente 8kA, de forma que conforme ao diminuir esta porcentagem a corrente aumenta.

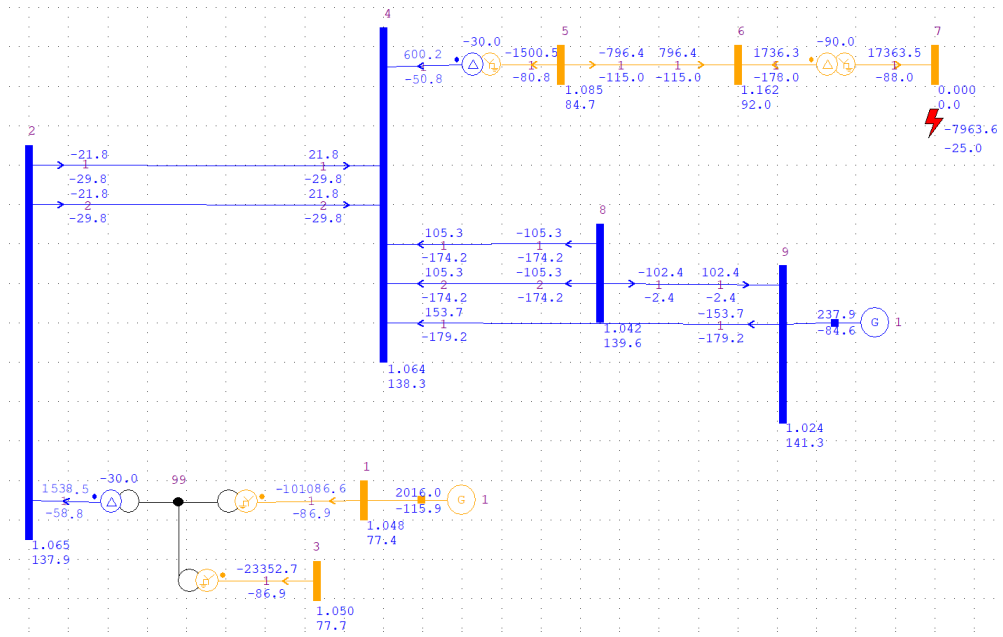


Figura 3: Simulação da falta trifásica na barra 7 sem impedância com o transformador em 28% PU.

3.3 Determinação da potência de curto-circuito na barra 8

Primeiro passo foi determinar a capacidade de interrupção do disjuntor na barra 8 através da simulação do curto circuito trifásico sem impedância na mesma, no caso 4.9kA, como mostrado na Figura 4.

Foi inserido o gerador na barra 8 e determinou-se a sua impedância equivalente que é capaz de fazer com que a sua corrente de curto trifásico na barra 8 aumente em 20%. Conforme as Figuras 5 e 6, é possível perceber que esta impedância é de 0.5% de resistência e 17.5%. A partir desta impedância foi determinado que a potência de curto-circuito trifásica é de 587MVA, através da equação:

$$S_{cc_3} = \frac{V_{pref}^2}{\text{conj} Z_{eq}} \quad (4)$$

3.4 Alteração da Configuração dos Transformadores

A Figura 7 ilustra o circuito base com a falta trifásica com impedância na barra 7 com os transformadores configurados em Dy1. Já a Figura 8 com as mesmas configurações anteriores, só que com o transformador na configuração Yyo.

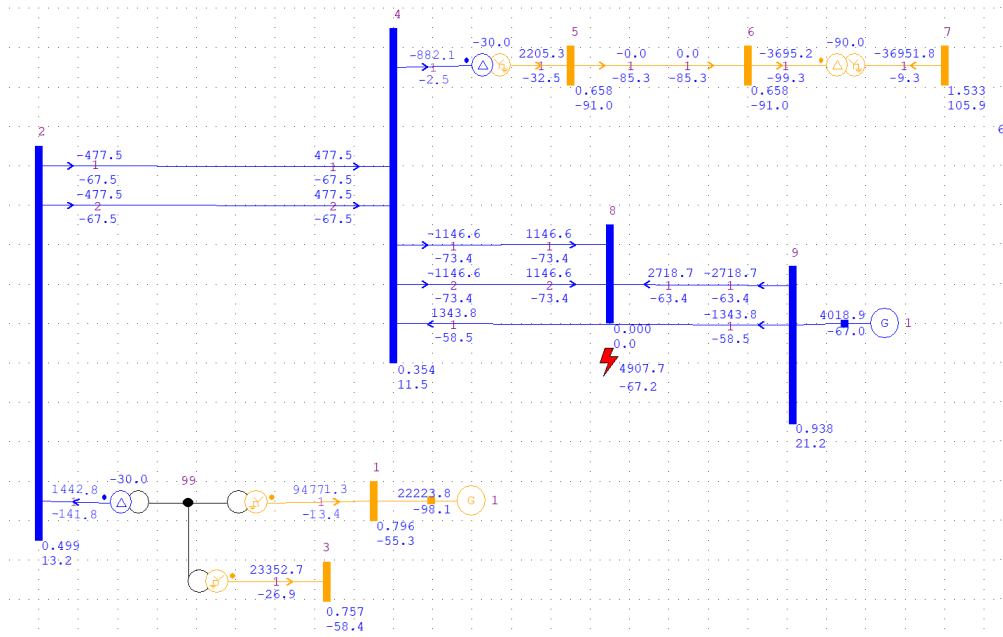


Figura 4: Pior caso: máxima corrente de curto na barra 8.

Através da simulação pode-se perceber que o módulo das tensões nas barras permanecem inalterados, já que este não depende da configuração dos transformadores. Já o ângulo das tensões pós-falta nas barras é alterado, uma vez que o grupo vetorial dos transformadores foi alterado, alterando-se assim os defasamentos entre barras.

Dados de Gerador

Identificação

Barra: 8

Nome:

Área:

Grupo: 1

Nome:

Ligado: ☒

Potência Nominal (MVA): 0

Sequência Positiva

Resistência (R1 %): 0.5

Reatância Subtransitória (X'd %): 17.5

Sequência Zero

Resistência (R0 %): 9999.98

Reatância (X0 %): 9999.98

Tipo de Conexão

☐ Delta
☐ Estrela não aterrado
☒ Estrela aterrado

Resistência de Aterramento (Rn %): 0

Reatância de Aterramento (Xn %): 0

Despacho

Geração Ativa (MW): 0

Geração Reativa (MVar): 0

Número de Unidades: 1

Número de Unidades em Operação: 1

Capacidade de Interrupção do Disjuntor (kA):

✓ Inserir

✎ Alterar

✕ Remover

🔒 Fechar

Figura 5: Impedância do gerador utilizada para o cálculo da potência de curto-circuito máxima.

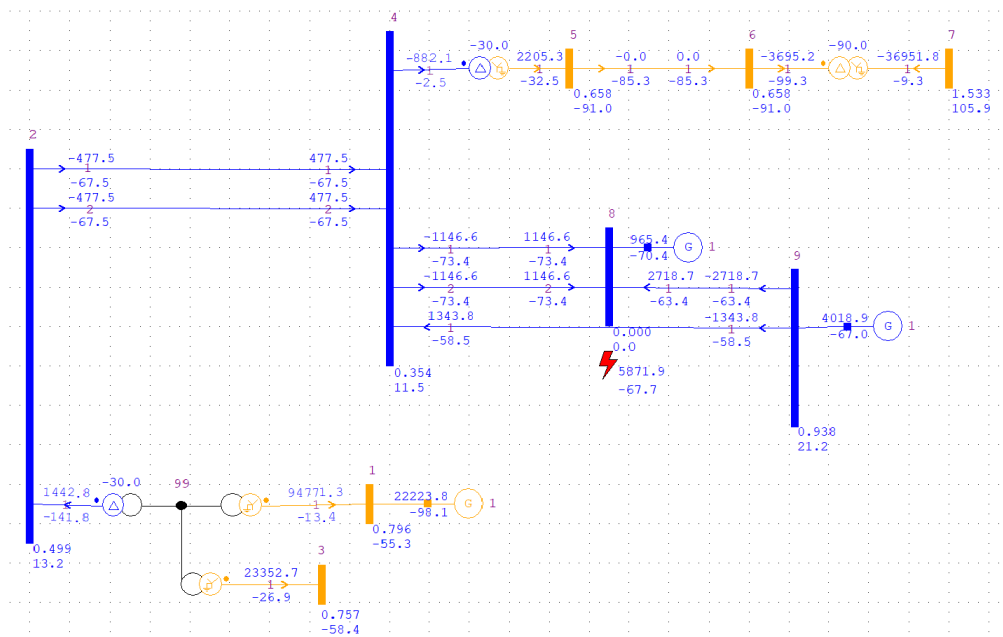


Figura 6: Simulação de curto-circuito trifásico na barra 8 com o gerador inserido.

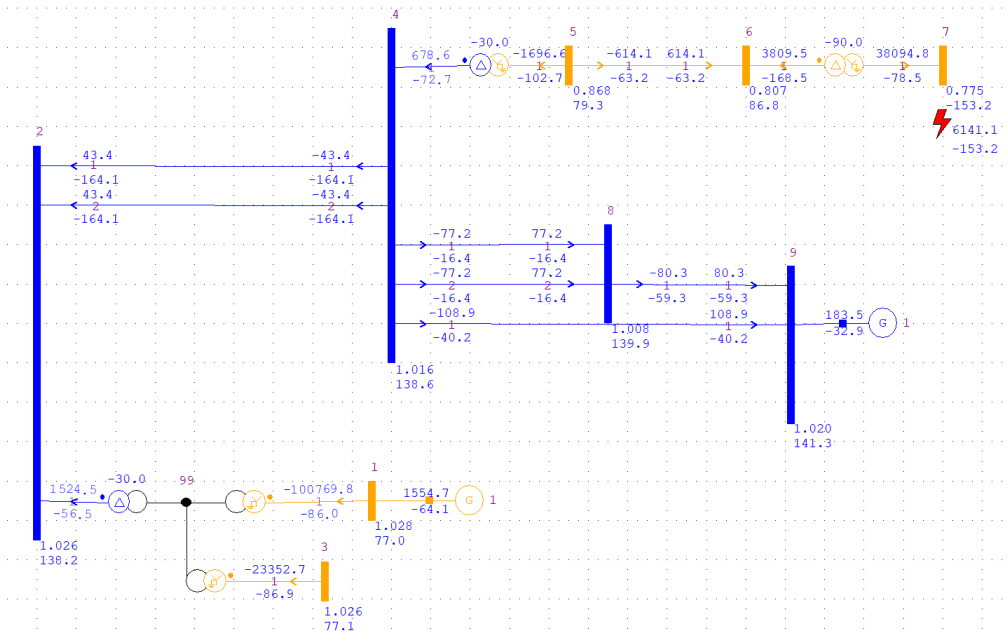


Figura 7: Transformador com configuração Dy1.

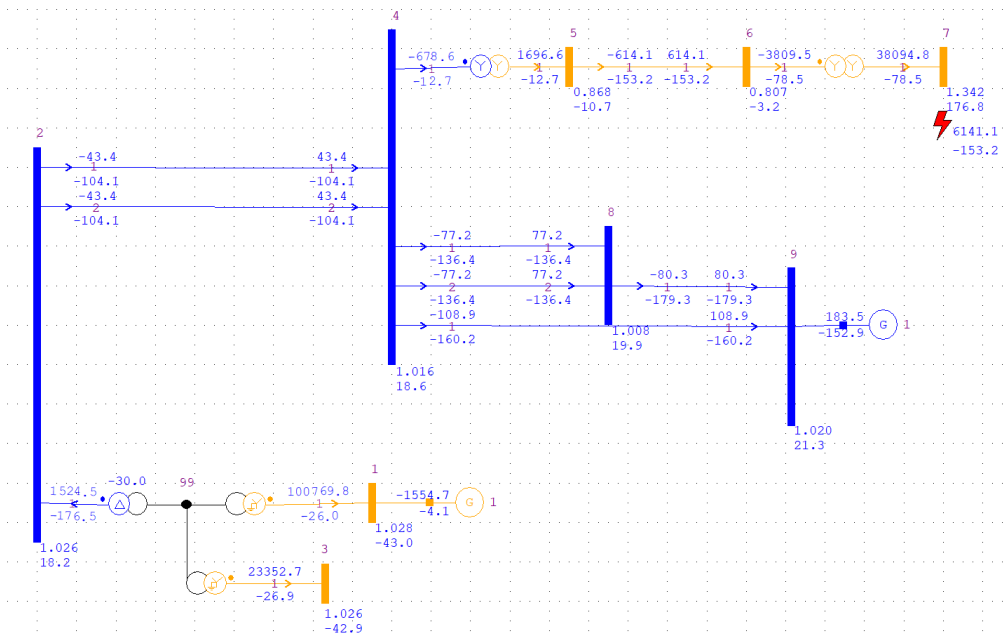


Figura 8: Transformador com configuração Yyo.

Zbarra									
0.002817 + 0.03764i	0.002378 + 0.02298i	0.002661 + 0.03406i	0.001449 + 0.0144i	0.001449 + 0.0144i	0.001449 + 0.0144i	0.001449 + 0.0144i	0.001038 + 0.0103i	7.978e-05 + 0.00114i	0.002661 + 0.03406i
0.002378 + 0.02298i	0.002937 + 0.0404i	0.002572 + 0.02724i	0.001769 + 0.02531i	0.001769 + 0.02531i	0.001769 + 0.02531i	0.001769 + 0.02531i	0.001268 + 0.0181i	7.885e-05 + 0.002001i	0.002572 + 0.02724i
0.002661 + 0.03406i	0.002572 + 0.02724i	0.005501 + 0.1899i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.00112 + 0.01221i	8.24e-05 + 0.001351i	0.00279 + 0.04036i
0.001449 + 0.0144i	0.001769 + 0.02531i	0.001563 + 0.01707i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.001761 + 0.02267i	0.0001178 + 0.002507i	0.001563 + 0.01707i
0.001449 + 0.0144i	0.001769 + 0.02531i	0.001563 + 0.01707i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.001761 + 0.02267i	0.0001178 + 0.002507i	0.001563 + 0.01707i
0.001449 + 0.0144i	0.001769 + 0.02531i	0.001563 + 0.01707i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.001761 + 0.02267i	0.0001178 + 0.002507i	0.001563 + 0.01707i
0.001449 + 0.0144i	0.001769 + 0.02531i	0.001563 + 0.01707i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.002456 + 0.0317i	0.001761 + 0.02267i	0.0001178 + 0.002507i	0.001563 + 0.01707i
0.001038 + 0.0103i	0.00118 + 0.0181i	0.00112 + 0.01221i	0.001761 + 0.02267i	0.001761 + 0.02267i	0.001761 + 0.02267i	0.001761 + 0.02267i	0.002899 + 0.0343i	0.0001344 + 0.002749i	0.00112 + 0.01221i
7.978e-05 + 0.00114i	7.885e-05 + 0.002001i	8.24e-05 + 0.001351i	0.0001178 + 0.002507i	0.0001178 + 0.002507i	0.0001178 + 0.002507i	0.0001178 + 0.002507i	0.0001344 + 0.002749i	0.000174 + 0.003288i	8.24e-05 + 0.001351i
0.002661 + 0.03406i	0.002572 + 0.02724i	0.00279 + 0.04036i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.001563 + 0.01707i	0.00112 + 0.01221i	8.24e-05 + 0.001351i	0.00279 + 0.04036i

Ybarra									
3.936 - 112.1i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-2.476 + 94.68i
0 + 0i	3.81 - 69.9i	0 + 0i	-3.556 + 39.21i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-0.2533 + 30.69i
0 + 0i	0 + 0i	0.1212 - 6.684i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-0.1212 + 6.684i
0 + 0i	-3.556 + 39.21i	0 + 0i	8.093 - 99.39i	-0 + 8.143i	0 + 0i	0 + 0i	-3.461 + 38.52i	-1.075 + 13.52i	0 + 0i
0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-0 + 8.143i	0.9568 - 19.76i	-0.9568 + 11.62i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i
0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-0.9568 + 11.62i	0.9568 - 17.58i	-0 + 5.959i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i
0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-0 + 5.959i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i
0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-3.461 + 38.52i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	5.085 - 55.75i	-1.624 + 17.23i	0 + 0i
0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-1.075 + 13.52i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	-1.624 + 17.23i	18.34 - 327.9i	0 + 0i
-2.476 + 94.68i	-0.2533 + 30.69i	-0.1212 + 6.684i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	0 + 0i	2.85 - 132i

Figura 9: YBarra e ZBarra.

		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	V1	∠ V1(°)	V2	∠ V2(°)	V3	∠ V3(°)	V4	∠ V4(°)	V5	∠ V5(°)	V6	∠ V6(°)	V7	∠ V7(°)	V8	∠ V8(°)	V9	∠ V9(°)	
3a	PU	A	0,6753	-63,6247	0,2130	10,9627	0,6248	-70,4745	0,0126	68,5185	0,6590	-122,1955	0,6669	-122,4703	1,8440	100,1211	0,2834	19,6372	0,9401	21,3435
	kV	A	9,3193	-63,6247	73,4807	10,9627	2,5993	-70,4745	4,3486	-68,5185	90,9461	-122,1955	92,0338	-122,4703	25,4469	100,1211	97,7596	19,6372	324,3516	21,3435

3b	PU	A	0,9792	-13,2329	0,9439	50,0958	0,9631	-13,4447	0,9204	51,5200	0,3653	-24,9113	0,0263	-107,4185	1,4931	111,4959	0,9416	51,4954	1,0128	51,5374
	kV	A	13,5128	-13,2329	325,6492	50,0958	4,0066	-13,4447	317,5394	51,5200	50,4108	-24,9113	3,6344	-107,4185	20,6041	111,4959	324,8521	51,4954	349,3994	51,5374

3c	PU	A	1,0274	77,1555	1,0230	138,1980	1,0202	77,0596	1,0184	138,9523	0,8662	79,6710	0,8027	86,6791	0,7739	-153,2118	1,0115	139,6475	1,0205	141,3482
	kV	A	14,1787	77,1555	352,9201	138,1980	4,2439	77,0596	351,3391	138,9523	119,5323	79,6710	110,7735	86,6791	10,6802	-153,2118	348,9618	139,6475	352,0783	141,3482

		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	V1	∠ V1(°)	V2	∠ V2(°)	V3	∠ V3(°)	V4	∠ V4(°)	V5	∠ V5(°)	V6	∠ V6(°)	V7	∠ V7(°)	V8	∠ V8(°)	V9	∠ V9(°)	
3a	PU	B	0,6753	56,3753	0,2130	130,9627	0,6248	49,5255	0,0126	188,5185	0,6590	-2,1955	0,6669	-2,4703	1,8440	220,1211	0,2834	139,6372	0,9401	141,3435
	kV	B	9,3193	56,3753	73,4807	130,9627	2,5993	49,5255	4,3486	188,5185	90,9461	-2,1955	92,0338	-2,4703	25,4469	220,1211	97,7596	139,6372	324,3516	141,3435

3b	PU	B	0,9792	106,7671	0,9439	170,0958	0,9631	106,5553	0,9204	171,5200	0,3653	95,0887	0,0263	12,5815	1,4931	231,4959	0,9416	171,4954	1,0128	171,5374
	kV	B	13,5128	106,7671	325,6492	170,0958	4,0066	106,5553	317,5394	171,5200	50,4108	95,0887	3,6344	12,5815	20,6041	231,4959	324,8521	171,4954	349,3994	171,5374

3c	PU	B	1,0274	197,1555	1,0230	258,1980	1,0202	197,0596	1,0184	258,9523	0,8662	199,6710	0,8027	206,6791	0,7739	-33,2118	1,0115	259,6475	1,0205	261,3482
	kV	B	14,1787	197,1555	352,9201	258,1980	4,2439	197,0596	351,3391	258,9523	119,5323	199,6710	110,7735	206,6791	10,6802	-33,2118	348,9618	259,6475	352,0783	261,3482

		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	V1	∠ V1(°)	V2	∠ V2(°)	V3	∠ V3(°)	V4	∠ V4(°)	V5	∠ V5(°)	V6	∠ V6(°)	V7	∠ V7(°)	V8	∠ V8(°)	V9	∠ V9(°)	
3a	PU	B	0,6753	176,3753	0,2130	250,9627	0,6248	49,5255	0,0126	188,5185	0,6590	-2,1955	0,6669	-2,4703	1,8440	220,1211	0,2834	139,6372	0,9401	141,3435
	kV	B	9,3193	176,3753	73,4807	250,9627	2,5993	49,5255	4,3486	188,5185	90,9461	-2,1955	92,0338	-2,4703	25,4469	220,1211	97,7596	139,6372	324,3516	141,3435

3b	PU	B	0,9792	226,7671	0,9439	290,0958	0,9631	226,5553	0,9204	291,5200	0,3653	215,0887	0,0263	132,5815	1,4931	351,4959	0,9416	291,4954	1,0128	291,5374
	kV	B	13,5128	226,7671	325,6492	290,0958	4,0066	226,5553	317,5394	291,5200	50,4108	215,0887	3,6344	132,5815	20,6041	351,4959	324,8521	291,4954	349,3994	291,5374

3c	PU	B	1,0274	317,1555	1,0230	378,1980	1,0202	317,0596	1,0184	378,9523	0,8662	319,6710	0,8027	326,6791	0,7739	86,7882	1,0115	379,6475	1,0205	381,3482
	kV	B	14,1787	317,1555	352,9201	378,1980	4,2439	317,0596	351,3391	378,9523	119,5323	319,6710	110,7735	326,6791	10,6802	86,7882	348,9618	379,6475	352,0783	381,3482

Figura 10: Tensões pós-falta.

		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	I1	∠ I1(°)	I2	∠ I2(°)	I3	∠ I3(°)	I4	∠ I4(°)	I5	∠ I5(°)	I6	∠ I6(°)	I7	∠ I7(°)	I8	∠ I8(°)	I9	∠ I9(°)	
3a	FU	A	0,0000	0,0000	4,1545	-70,4880	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,2729	-2,6434	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,4775	-62,6796	12,7471	-63,3405
	kA	A	0,0000	0,0000	0,6953	-70,4880	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8824	-2,6434	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9166	-62,6796	2,1332	-63,3405
3b	FU	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,2302	-106,0772	0,0000	0,0000	8,8001	-69,2992	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7698	-106,0772	0,0000	0,0000	3,6817	-69,2992	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3c	FU	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9,0735	-78,5477	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	37,9610	-78,5477	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	I1	∠ I1(°)	I2	∠ I2(°)	I3	∠ I3(°)	I4	∠ I4(°)	I5	∠ I5(°)	I6	∠ I6(°)	I7	∠ I7(°)	I8	∠ I8(°)	I9	∠ I9(°)	
3a	FU	B	0,0000	0,0000	4,1545	49,5120	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,2729	117,3566	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,4775	57,3204	12,7471	56,6595
	kA	B	0,0000	0,0000	0,6953	49,5120	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8824	117,3566	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9166	57,3204	2,1332	56,6595
3b	FU	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,2302	13,9228	0,0000	0,0000	8,8001	50,7008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7698	13,9228	0,0000	0,0000	3,6817	50,7008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3c	FU	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9,0735	41,4523	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	37,9610	41,4523	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		#1	@13,8kV	#2	@345kV	#3	@345kV	#4	@345kV	#5	@138kV	#6	@138kV	#7	@13,8kV	#8	@345kV	#9	@345kV	
Questão	Fase	I1	∠ I1(°)	I2	∠ I2(°)	I3	∠ I3(°)	I4	∠ I4(°)	I5	∠ I5(°)	I6	∠ I6(°)	I7	∠ I7(°)	I8	∠ I8(°)	I9	∠ I9(°)	
3a	FU	B	0,0000	0,0000	4,1545	169,5120	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,2729	237,3566	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,4775	177,3204	12,7471	176,6595
	kA	B	0,0000	0,0000	0,6953	169,5120	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8824	237,3566	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9166	177,3204	2,1332	176,6595
3b	FU	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	4,2302	133,9228	0,0000	0,0000	8,8001	170,7008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,7698	133,9228	0,0000	0,0000	3,6817	170,7008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3c	FU	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9,0735	161,4523	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	kA	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	37,9610	161,4523	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Figura 11: Tabela ilustrando as correntes que fluem de determinada barra para a barra onde ocorre a falta.