

Análise Integrada de Fluxo de Potência e Curto-Circuito no Simulight

Este é um exemplo de análise integrada de fluxo de potência e curto-circuito que pode ser feita no software Simulight. O sistema teste é retirado do livro “Elementos de Análise de Sistemas de Potência” de Willian D. Stevenson Jr. (2ª. Edição em Português). Os dados se encontram no Exemplo 8.1 (pág. 214) do capítulo “Soluções e Controle de Fluxo de Carga” e Exemplo 10.4 (pág. 284) do capítulo “Faltas Trifásicas Simétricas”. A Figura 1 mostra o diagrama unifilar do sistema teste.

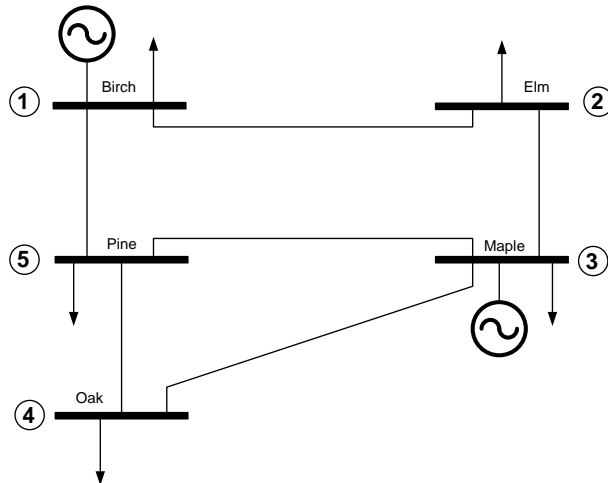


Figura 1 – Diagrama unifilar do sistema 5 barras do Stevenson

Os dados para rodar o caso no Simulight se encontram no arquivo Exemplo8_1_Stevenson.fdx.

Fluxo de Potência

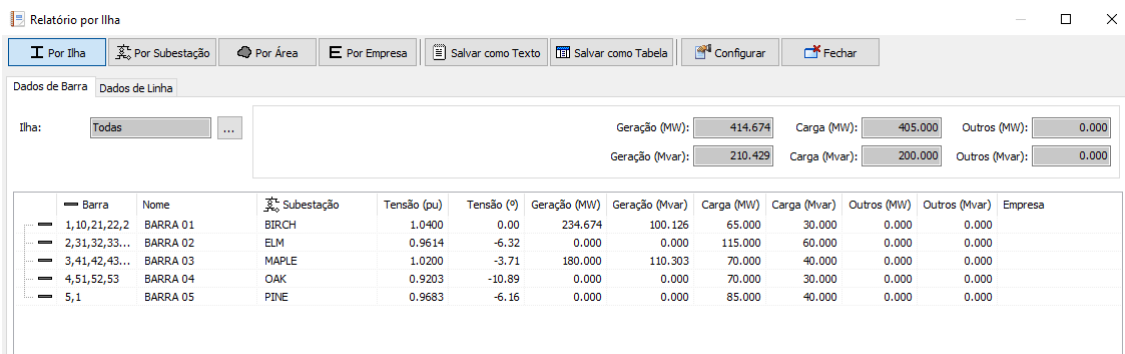


Figura 2 – Resultado do fluxo de potência

Curto-Circuito

A Fig.3 apresenta o resultado do curto-circuito trifásico na Barra 04 (Oak) considerando como tensões pré-falta, as tensões da solução do fluxo de potência apresentado na Fig.2. Diferentemente do Exemplo 10.4 do Stevenson, o resultado considera também os shunts das linhas de transmissão e a impedância das cargas.

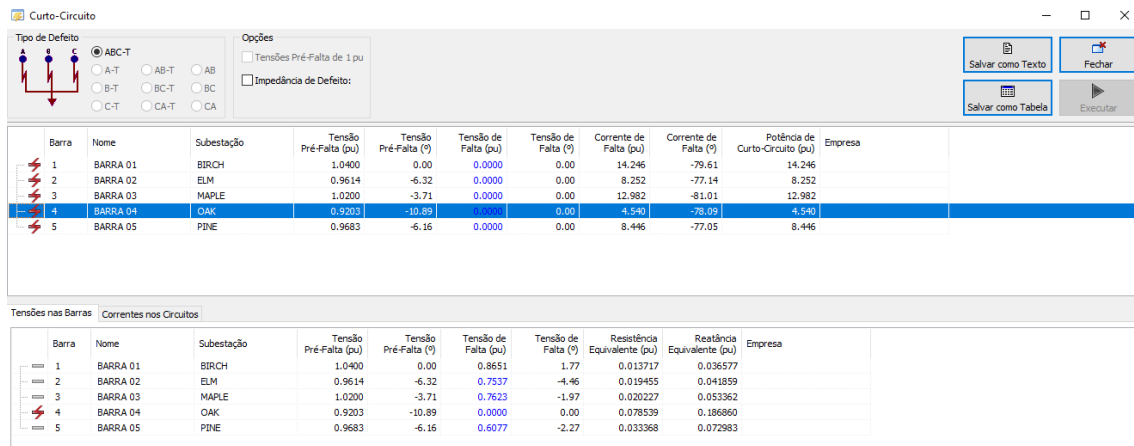


Figura 3 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 04 (Oak) considerando as cargas

Para se aproximar à solução obtida no Exemplo 10.4 do Stevenson, foi retirada a carga do sistema e os shunts e resistências das linhas de transmissão. Entretanto, as tensões pré-falta continuaram sendo as tensões obtidas da solução do fluxo de potência. Os dados se encontram no arquivo Exemplo8_1_Stevenson_semresist.fdx. A Fig.4 apresenta o novo resultado do curto-circuito na Barra 04.

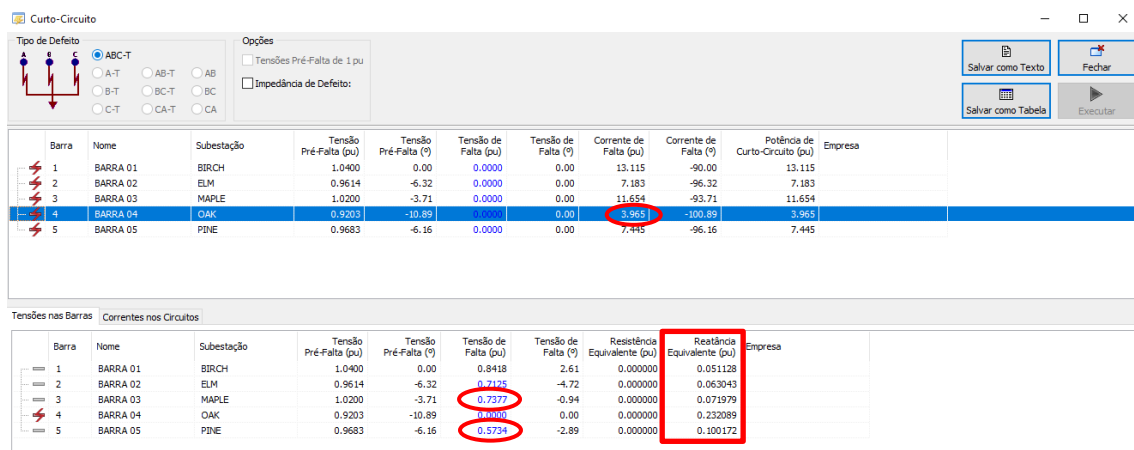


Figura 4 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 04 (Oak) desconsiderando as cargas e os shunts das linhas de transmissão

Algumas observações devem ser feitas na comparação dos resultados da Fig.4 com os resultados do Exemplo 10.4 do Stevenson.

As reatâncias equivalentes em destaque na Fig.4 são praticamente idênticas à quarta coluna da matriz Z_{barra} dada no Stevenson e reproduzida abaixo:

$$Z_{barra} = j \begin{bmatrix} 0,0793 & 0,0558 & 0,0382 & 0,0511 & 0,0608 \\ 0,0558 & 0,1338 & 0,0664 & 0,0630 & 0,0605 \\ 0,0382 & 0,0664 & 0,0875 & 0,0720 & 0,0603 \\ 0,0511 & 0,0630 & 0,0720 & 0,2321 & 0,1002 \\ 0,0608 & 0,0605 & 0,0603 & 0,1002 & 0,1301 \end{bmatrix} \quad (1)$$

O mesmo não pode ser dito da corrente de curto-circuito e das tensões nas outras barras, uma vez que o Stevenson considera todas as tensões pré-falta iguais a 1,0 pu, enquanto que os resultados do Simulight consideram como tensões pré-falta, as tensões do fluxo de potência.

Corrente de Falta do Simulight = 3,965 pu Corrente de Falta do Stevenson = 4,308 pu

Tensão na Barra 03 do Simulight = 0,7377 pu Tensão na Barra 03 do Stevenson = 0,6898 pu

Tensão na Barra 05 do Simulight = 0,5734 pu Tensão na Barra 05 do Stevenson = 0,5683 pu

Calculando-se a razão entre as duas correntes de falta (calculadas pelo Simulight e pelo Stevenson) tem-se a tensão pré-falta da Barra 04, ou seja:

$$V_{Barra\ 04} = \frac{3,965}{4,308} = 0,9204\ pu$$

É possível conseguir os mesmos resultados obtidos pelo Stevenson com algumas manipulações no Simulight. Todas as cargas devem ser desligadas, as gerações nas barras PV devem ser zeradas e as tensões nas barras V θ e PV devem ser especificadas em 1,0 pu. Após as modificações roda-se o fluxo de potência e posteriormente o curto-circuito equilibrado. O caso com essas alterações se encontra no arquivo Exemplo8_1_Stevenson_V1pu.fdx (Obs: Não rodar o fluxo de potência para não alterar o estado da rede!).

As Figuras 5-9 mostram os resultados do curto-circuito nas Barras 01-05, respectivamente.

Curto-Circuito

Tipo de Defeito: ABC-T
 A-T AB-T AB
 B-T BC-T BC
 C-T CA-T CA

Opções:
 Tensões Pré-Falta de 1 pu
 Impedância de Defeito:

Barra	Nome	Subestação	Tensão Pré-Falta (pu)	Tensão Pré-Falta (°)	Tensão de Falta (pu)	Tensão de Falta (°)	Corrente de Falta (pu)	Corrente de Falta (°)	Potência de Curto-Circuito (pu)
1	BARRA 01	BIRCH	1.0000	0.00	0.0000	0.00	12.611	-90.00	12.611
2	BARRA 02	ELM	1.0000	0.00	0.0000	0.00	7.472	-90.00	7.472
3	BARRA 03	MAPLE	1.0000	0.00	0.0000	0.00	11.426	-90.00	11.426
4	BARRA 04	OAK	1.0000	0.00	0.0000	0.00	4.309	-90.00	4.309
5	BARRA 05	PINE	1.0000	0.00	0.0000	0.00	7.689	-90.00	7.689

Tensões nas Barras Correntes nos Circuitos

Barra	Nome	Subestação	Tensão Pré-Falta (pu)	Tensão Pré-Falta (°)	Tensão de Falta (pu)	Tensão de Falta (°)	Resistência Equivalente (pu)	Reatância Equivalente (pu)	Empresa
1	BARRA 01	BIRCH	1.0000	0.00	0.0000	0.00	0.000000	0.079297	
2	BARRA 02	ELM	1.0000	0.00	0.2963	0.00	0.000000	0.055800	
3	BARRA 03	MAPLE	1.0000	0.00	0.5185	0.00	0.000000	0.038177	
4	BARRA 04	OAK	1.0000	0.00	0.3552	0.00	0.000000	0.051128	
5	BARRA 05	PINE	1.0000	0.00	0.2327	0.00	0.000000	0.060842	

Figura 5 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 01 (Birch) com as tensões em 1,0 pu

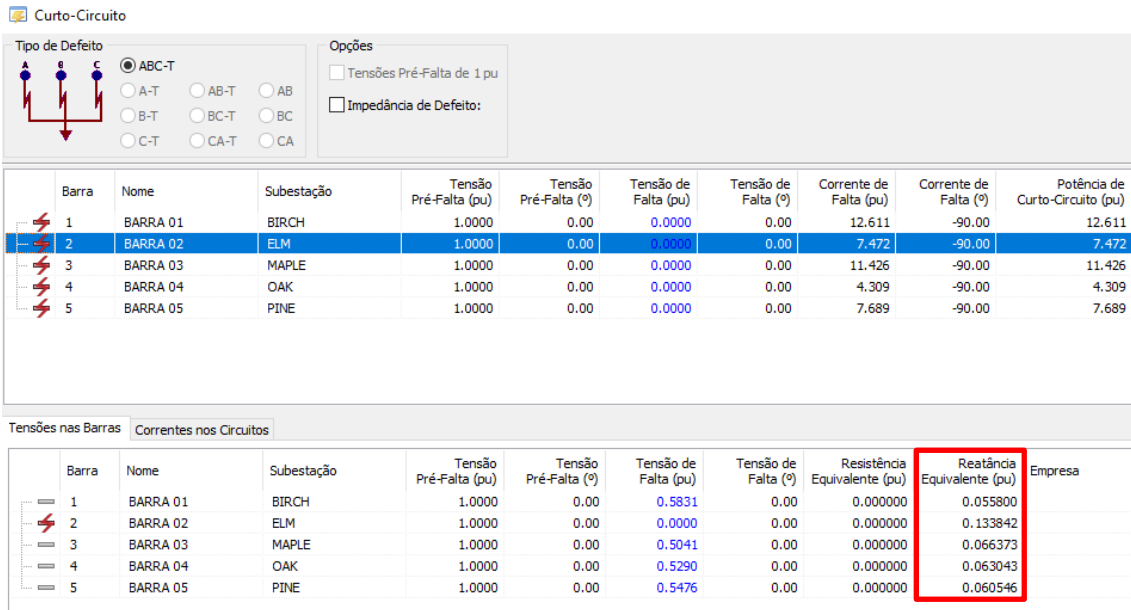


Figura 6 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 02 (Elm) com as tensões em 1,0 pu

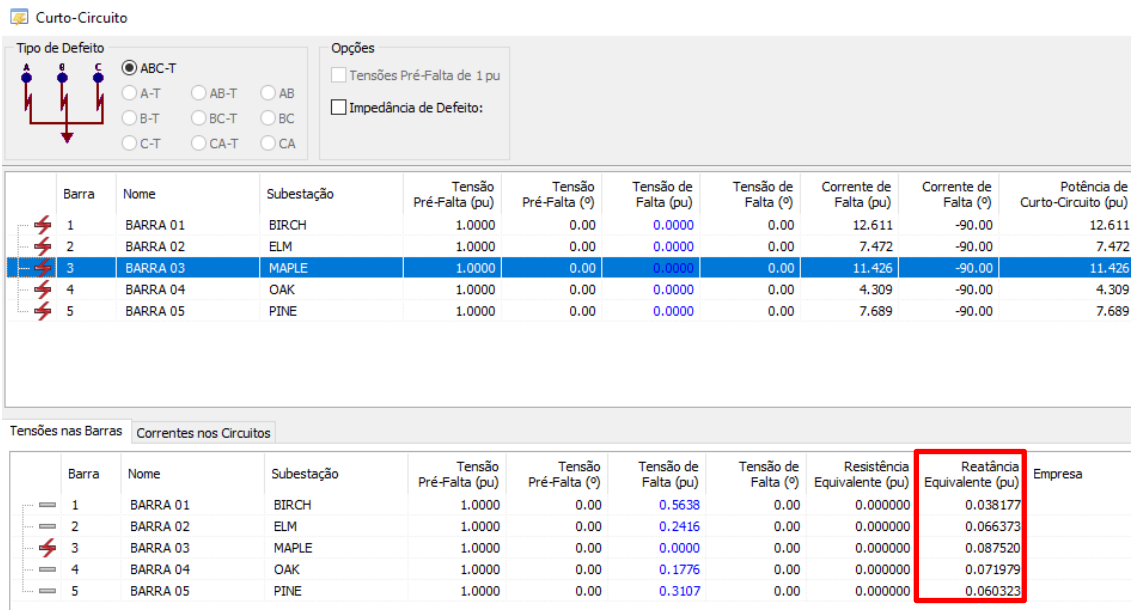


Figura 7 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 03 (Maple) com as tensões em 1,0 pu

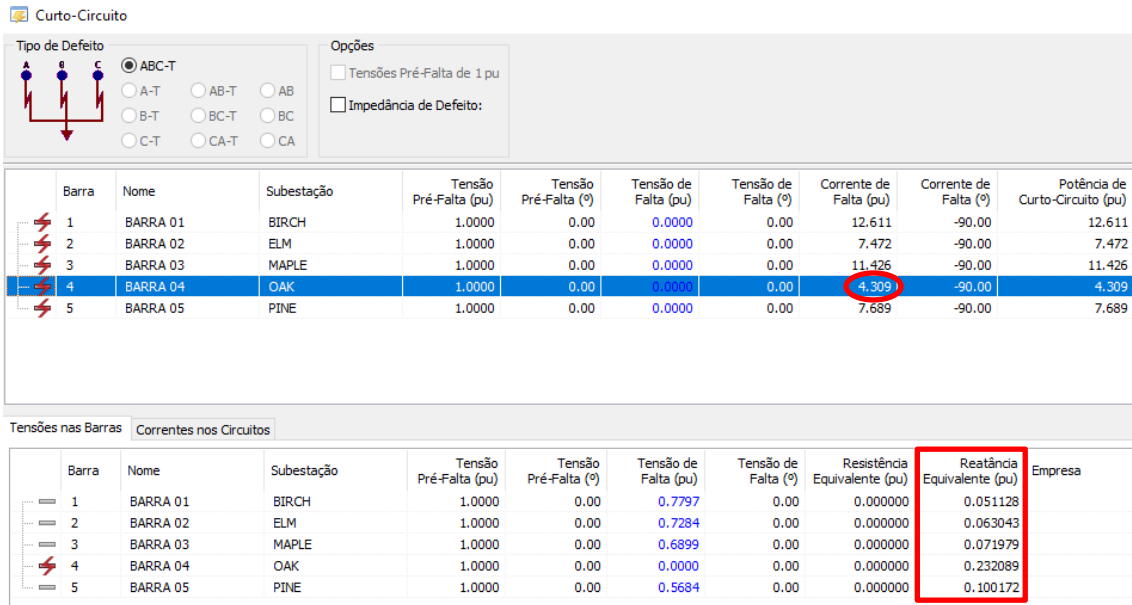


Figura 8 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 01 (Oak) com as tensões em 1,0 pu

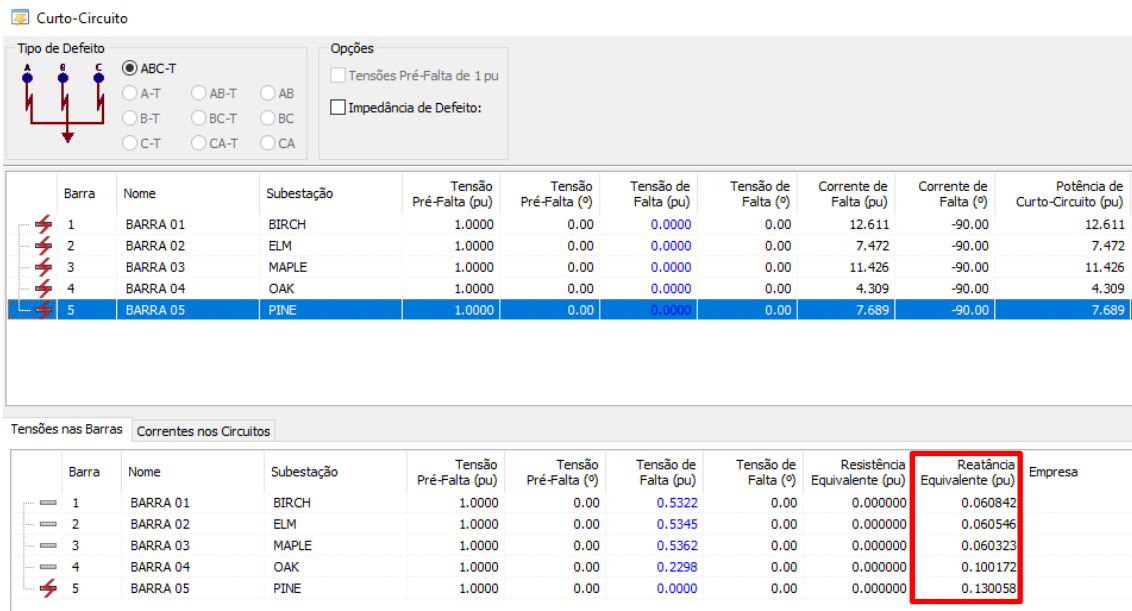


Figura 9 – Resultado do curto-circuito trifásico na Barra 05 (Pine) com as tensões em 1,0 pu

Percebe-se que as reatâncias equivalentes destacadas pelo retângulo vermelho nas Figuras 5-9 correspondem exatamente às colunas da matriz Z_{barra} dada em (1).

Destaca-se na Fig.8 a corrente de falta na Barra 04 agora se igualando ao resultado do Stevenson.

Referência

[1] W. D. Stevenson Jr., “Elementos de Análise de Sistemas de Potência”, Mc Graw-Hill, 2ª. Edição em Português (4ª. Edição Americana), 1986.