

SISTEMA TESTE IEEE DE 57 BARRAS

Esse sistema possui um total de 17 transformadores e 63 linhas interligando todas as 57 barras, das quais 7 delas são barras de geração. Os dados para análise de curto-circuito foram adaptados de (CHRISTIE, 1993) e são mostrados no Adendo A.

Adendo A - Dados da Rede Teste IEEE de 57 barras

Os dados para estudo de curto-circuito são mostrados para o sistema teste IEEE de 57 barras. Os dados são divididos em dados das barras, das linhas, dos transformadores e dos geradores. Todos os valores por unidade (p.u.) estão referenciados nos valores base de 100 MVA e na tensão nominal em cada ponto do sistema.

A-1 Dados de Barra

Tabela 1: Dados das barras da rede teste IEEE de 57 barras.

#	Tipo	Bshunt (pu)	Vbase (kV)
1	2	0,000	0,0
2	1	0,000	0,0
3	1	0,000	0,0
4	0	0,000	0,0
5	0	0,000	0,0
6	1	0,000	0,0
7	0	0,000	0,0
8	1	0,000	0,0
9	1	0,000	0,0
10	0	0,000	0,0
11	0	0,000	0,0
continua			

continuação			
#	Tipo	Bshunt (pu)	Vbase (kV)
12	1	0,000	0,0
13	0	0,000	0,0
14	0	0,000	0,0
15	0	0,000	0,0
16	0	0,000	0,0
17	0	0,000	0,0
18	0	0,100	0,0
19	0	0,000	0,0
20	0	0,000	0,0
21	0	0,000	0,0
22	0	0,000	0,0
23	0	0,000	0,0
24	0	0,000	0,0
25	0	0,059	0,0
26	0	0,000	0,0
27	0	0,000	0,0
28	0	0,000	0,0
29	0	0,000	0,0
30	0	0,000	0,0
31	0	0,000	0,0
32	0	0,000	0,0
33	0	0,000	0,0
34	0	0,000	0,0
35	0	0,000	0,0
36	0	0,000	0,0
37	0	0,000	0,0
38	0	0,000	0,0
39	0	0,000	0,0
40	0	0,000	0,0
41	0	0,000	0,0
42	0	0,000	0,0
43	0	0,000	0,0
44	0	0,000	0,0
45	0	0,000	0,0
46	0	0,000	0,0
47	0	0,000	0,0
48	0	0,000	0,0
49	0	0,000	0,0
50	0	0,000	0,0
51	0	0,000	0,0
continua			

continuação			
#	Tipo	Bshunt (pu)	Vbase (kV)
52	0	0,000	0,0
53	0	0,063	0,0
54	0	0,000	0,0
55	0	0,000	0,0
56	0	0,000	0,0
57	0	0,000	0,0
Fim da Tabela			

Fonte: Do autor.

Descrição dos dados:

- # : número da barra;
- Tipo: tipo da barra, onde:
 - 2: barra de oscilação ($V\theta$);
 - 1: barra de tensão controlada (PV);
 - 0: barra de carga (PQ).
- Bshunt: valor da susceptância shunt total em derivação na barra em p.u.;
- Vbase: valor da tensão base na barra em kV.

Observação:

- Os valores das tensões base 0 kV indicam que esses dados não foram encontrados ou não estavam disponíveis na base de dados utilizada.

A-2 Dados das Linhas

Tabela 2: Dados das linhas da rede teste IEEE de 57 barras.

De	Para	R1(pu)	X1(pu)	Bshl (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)
1	2	0,0083	0,0280	0,1290	0,02905	0,09800
2	3	0,0298	0,0850	0,0818	0,10430	0,29750
3	4	0,0112	0,0366	0,0380	0,03920	0,12810
4	5	0,0625	0,1320	0,0258	0,21875	0,46200
4	6	0,0430	0,1480	0,0348	0,15050	0,51800
6	7	0,0200	0,1020	0,0276	0,07000	0,35700
6	8	0,0339	0,1730	0,0470	0,11865	0,60550
8	9	0,0099	0,0505	0,0548	0,03465	0,17675
9	10	0,0369	0,1679	0,0440	0,12915	0,58765
9	11	0,0258	0,0848	0,0218	0,09030	0,29680
9	12	0,0648	0,2950	0,0772	0,22680	1,03250
9	13	0,0481	0,1580	0,0406	0,16835	0,55300
13	14	0,0132	0,0434	0,0110	0,04620	0,15190
13	15	0,0269	0,0869	0,0230	0,09415	0,30415
1	15	0,0178	0,0910	0,0988	0,06230	0,31850
1	16	0,0454	0,2060	0,0546	0,15890	0,72100
1	17	0,0238	0,1080	0,0286	0,08330	0,37800
3	15	0,0162	0,0530	0,0544	0,05670	0,18550
4	18	0,0000	0,5550	0,0000	0,00000	0,55500
4	18	0,0000	0,4300	0,0000	0,00000	0,43000
5	6	0,0302	0,0641	0,0124	0,10570	0,22435
7	8	0,0139	0,0712	0,0194	0,04865	0,24920
10	12	0,0277	0,1262	0,0328	0,09695	0,44170
11	13	0,0223	0,0732	0,0188	0,07805	0,25620
12	13	0,0178	0,0580	0,0604	0,06230	0,20300
12	16	0,0180	0,0813	0,0216	0,06300	0,28455
12	17	0,0397	0,1790	0,0476	0,13895	0,62650
14	15	0,0171	0,0547	0,0148	0,05985	0,19145
18	19	0,4610	0,6850	0,0000	1,61350	2,39750
19	20	0,2830	0,4340	0,0000	0,99050	1,51900
21	20	0,0000	0,7767	0,0000	0,00000	0,77670
21	22	0,0736	0,1170	0,0000	0,25760	0,40950
22	23	0,0099	0,0152	0,0000	0,03465	0,05320
23	24	0,1660	0,2560	0,0084	0,58100	0,89600
24	25	0,0000	1,1820	0,0000	0,00000	1,18200

continua

continuação						
De	Para	R1(pu)	X1(pu)	Bshl (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)
24	25	0,0000	1,2300	0,0000	0,00000	1,23000
24	26	0,0000	0,0473	0,0000	0,00000	0,04730
26	27	0,1650	0,2540	0,0000	0,57750	0,88900
27	28	0,0618	0,0954	0,0000	0,21630	0,33390
28	29	0,0418	0,0587	0,0000	0,14630	0,20545
7	29	0,0000	0,0648	0,0000	0,00000	0,06480
25	30	0,1350	0,2020	0,0000	0,47250	0,70700
30	31	0,3260	0,4970	0,0000	1,14100	1,73950
31	32	0,5070	0,7550	0,0000	1,77450	2,64250
32	33	0,0392	0,0360	0,0000	0,13720	0,12600
34	32	0,0000	0,9530	0,0000	0,00000	0,95300
34	35	0,0520	0,0780	0,0032	0,18200	0,27300
35	36	0,0430	0,0537	0,0016	0,15050	0,18795
36	37	0,0290	0,0366	0,0000	0,10150	0,12810
37	38	0,0651	0,1009	0,0020	0,22785	0,35315
37	39	0,0239	0,0379	0,0000	0,08365	0,13265
36	40	0,0300	0,0466	0,0000	0,10500	0,16310
22	38	0,0192	0,0295	0,0000	0,06720	0,10325
11	41	0,0000	0,7490	0,0000	0,00000	0,74900
41	42	0,2070	0,3520	0,0000	0,72450	1,23200
41	43	0,0000	0,4120	0,0000	0,00000	1,44200
38	44	0,0289	0,0585	0,0020	0,10115	0,20475
15	45	0,0000	0,1042	0,0000	0,00000	0,10420
14	46	0,0000	0,0735	0,0000	0,00000	0,07350
46	47	0,0230	0,0680	0,0032	0,08050	0,23800
47	48	0,0182	0,0233	0,0000	0,06370	0,08155
48	49	0,0834	0,1290	0,0048	0,29190	0,45150
49	50	0,0801	0,1280	0,0000	0,28035	0,44800
50	51	0,1386	0,2200	0,0000	0,48510	0,77000
10	51	0,0000	0,0712	0,0000	0,00000	0,07120
13	49	0,0000	0,1910	0,0000	0,00000	0,19100
29	52	0,1442	0,1870	0,0000	0,50470	0,65450
52	53	0,0762	0,0984	0,0000	0,26670	0,34440
53	54	0,1878	0,2320	0,0000	0,65730	0,81200
54	55	0,1732	0,2265	0,0000	0,60620	0,79275
11	43	0,0000	0,1530	0,0000	0,00000	0,15300
44	45	0,0624	0,1242	0,0040	0,21840	0,43470
40	56	0,0000	1,1950	0,0000	0,00000	1,19500
56	41	0,5530	0,5490	0,0000	1,93550	1,92150
56	42	0,2125	0,3540	0,0000	0,74375	1,23900
continua						

continuação						
De	Para	R1(pu)	X1(pu)	Bshl (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)
39	57	0,0000	1,3550	0,0000	0,00000	1,35500
57	56	0,1740	0,2600	0,0000	0,60900	0,91000
38	49	0,1150	0,1770	0,0030	0,40250	0,61950
38	48	0,0312	0,0482	0,0000	0,10920	0,16870
9	55	0,0000	0,1205	0,0000	0,00000	0,12050
Fim da Tabela						

Fonte: Do autor.

Descrição dos dados:

- De: número da barra onde se inicia o trecho;
- Para: número da barra onde termina o trecho;
- R1: valor da resistência de sequência positiva da linha em p.u.;
- X1: valor da reatância indutiva de sequência positiva da linha em p.u.;
- Bshl: valor da susceptância shunt da linha em p.u.;
- R0: valor da resistência de sequência zero da linha em p.u.;
- X0: valor da reatância indutiva de sequência zero da linha em p.u..

Observação:

- As linhas foram consideradas todas do tipo aérea, portanto $Z0 = Z1 \times 3,5$ (STEVENSON, 1986, p. 315).

A-3 Dados dos Geradores

Tabela 3: Dados dos geradores da rede teste IEEE de 57 barras.

#	Conexão	R1 (pu)	X1 (pu)	R2 (pu)	X2 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	Xn (pu)
1	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
2	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
3	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
6	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
8	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
9	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000
12	2	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000	0,2000	0,0000

Fonte: Do autor.

Descrição dos dados:

- #: número da barra onde o gerador está conectado;
- Conexão: tipo do fechamento da conexão das 3 fases, onde:
 - 1: conexão do tipo estrela;
 - 2: conexão do tipo estrela-aterrada;
 - 3: conexão do tipo triângulo.
- R1: valor da resistência equivalente de sequência positiva do gerador em p.u.;
- X1: valor da reatância equivalente de sequência positiva em p.u. (reatância subtransitória);
- R2: valor da resistência equivalente de sequência negativa do gerador em p.u.;
- X2: valor da reatância equivalente de sequência negativa do gerador em p.u.;
- R0: valor da resistência equivalente de sequência zero do gerador em p.u.;
- X0: valor da reatância equivalente de sequência zero do gerador em p.u.;
- Xn: valor da reatância entre o neutro do gerador e a terra em p.u..

Observação:

- Os dados dos geradores foram baseados em (STEVENSON, 1986, p. 450).

A-4 Dados dos Transformadores

Tabela 4: Dados dos transformadores da rede teste IEEE de 57 barras.

De	Para	Conexão De	Conexão Para	Rt (pu)	Xt (pu)	Rm (pu)	Xm (pu)	Rn (pu)	Xn (pu)
4	18	2	2	0,0000	0,5550	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	18	2	2	0,0000	0,4300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	20	2	2	0,0000	0,7767	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	25	2	2	0,0000	1,1820	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	25	2	2	0,0000	1,2300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	26	2	2	0,0000	0,0473	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	29	2	2	0,0000	0,0648	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
34	32	2	2	0,0000	0,9530	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	41	2	2	0,0000	0,7490	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15	45	2	2	0,0000	0,1042	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
14	46	2	2	0,0000	0,0735	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	51	2	2	0,0000	0,0712	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	49	2	2	0,0000	0,1910	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	43	2	2	0,0000	0,1530	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
40	56	2	2	0,0000	1,1950	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
39	57	2	2	0,0000	1,3550	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	55	2	2	0,0000	0,1205	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Do autor.

Descrição dos dados:

- De: número da barra onde está conectado um lado do transformador;
- Para: número da barra onde está conectado a outra terminação do transformador;
- Conexão De: tipo do fechamento entre as 3 fases no lado De, onde:
 - 1: conexão do tipo estrela;
 - 2: conexão do tipo estrela-aterrada;
 - 3: conexão do tipo triângulo.
- Conexão Para: tipo do fechamento entre as 3 fases no lado Para, onde:
 - 1: conexão do tipo estrela;
 - 2: conexão do tipo estrela-aterrada;

○ 3: conexão do tipo triângulo.

- R_t : valor da resistência equivalente do transformador em p.u.;
- X_t : valor da reatância equivalente do transformador em p.u.;
- R_m : valor da resistência entre o neutro do transformador e a terra no lado De em p.u.;
- X_m : valor da reatância entre o neutro do transformador e a terra no lado De em p.u.;
- R_n : valor da resistência entre o neutro do transformador e a terra no lado Para em p.u.;
- X_n : valor da reatância entre o neutro do transformador e a terra no lado Para em p.u..

REFERÊNCIAS¹

CHRISTIE, R. **Power Systems Test Case Archive**. Aug. 1993. Disponível em: <<http://www.ee.washington.edu/research/pstca/>>. Acesso em: 20 janeiro 2017.

STEVENSON, W. D. **Elementos de análise de sistemas de potência**. 2. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1986. 458 p.

¹ Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).