

## Apêndice C

### Dados do Sistema Elétrico

O sistema em análise está ilustrado na Figura 2.1. O sistema é caracterizado pela conexão com o concessionário local através de duas linhas de transmissão e a distribuição de energia elétrica feitas na SE em 138 kV e separadas em dois setores sendo um de 23 e outro de 25 kV. As características completas do transformador T-047 e do reator *L3* estão apresentadas a seguir na Tabela C.1 e as do reator *L3* na Tabela C.2

Tabela C.1 - Dados característicos do transformador do FEA1

<i>Tap</i>	Us V	Z% 65°C
1	840,00	4,740
2	760,00	6,997
3	694,00	8,859
4	640,00	10,382
5	578,00	12,190
6	528,00	14,164
7	486,00	15,872
8	450,00	17,336
9	484,97	8,271
10	438,79	11,533
11	400,68	14,225
12	369,50	16,427
13	333,71	20,979
14	304,84	24,650
15	280,59	27,733
16	259,81	30,376

Na Tabela C.1 destacam-se:

- A capacidade do transformador do FEA1, em 55°C depende das condições que o mesmo se encontra antes da sobrecarga. O transformador é de 30 MVA para operação contínua, porém pode atingir 36 MVA sem aumentar a temperatura desde que tenha o ciclo de carga a seguir:

80 min = 36 MVA

40 min = 19 MVA

30 min = 0 MVA

- As impedâncias relacionadas ( $Z\%$  65°C) estão na base de 30 MVA, no “tap” correspondente, considerando sempre a tensão do lado primário em 23 kV.
- Os “tap’s” de 1 a 8 estão presentes no transformador com conexão delta e os “tap’s” de 9 a 16 na conexão estrela.

Tabela C.2 - Dados característicos do reator L3

Grandeza	Valor
Indutância nominal	5,305 mH (mais ou menos 2%)
Impedância nominal	2 Ohms
Corrente nominal contínua	904 A
Corrente de curto circuito durante 1 segundo	5,35 kA
Corrente térmica	13,6 kA
“Tap’s” disponíveis	4
“Tap” 1 (55%) posição atual	1,1 Ohms
“Tap” 2 (70%)	1,4 Ohms
“Tap” 3 (85%)	1,7 Ohms
“Tap” 4 (100%)	2,0 Ohms

Para o sistema em análise da Figura 2.1, os resultados das medições de tensão e corrente em função do tempo considerando-se 64 amostras por ciclo estão ilustrados nas Tabelas C.3 a C.7 envolvendo, portanto 5 ciclos na frequência de 60 Hz.

Tabela C.3 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o primeiro ciclo

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
1	32,03	-369,82	387,30
2	209,66	-297,02	413,50
3	358,18	-366,91	387,30
4	419,33	-238,78	372,74
5	489,22	-320,32	337,79
6	465,92	-334,88	294,11
7	483,39	-288,29	285,38
8	535,81	-279,55	264,99
9	553,28	-323,23	238,78
10	579,49	-262,08	192,19
11	570,75	-253,34	136,86
12	576,58	-168,90	101,92
13	582,40	-165,98	26,21
14	544,54	-224,22	-61,15
15	518,34	-232,96	-171,81
16	512,51	-230,05	-267,90
17	439,71	-230,05	-364,00
18	439,71	-247,52	-425,15
19	378,56	-180,54	-471,74
20	381,47	-186,37	-483,39
21	422,24	-61,15	-489,22
22	343,62	-46,59	-500,86
23	334,88	-17,47	-506,69
24	343,62	20,38	-506,69
25	311,58	43,68	-500,86
26	247,52	206,75	-460,10
27	270,82	349,44	-390,21
28	294,11	267,90	-439,71
29	241,70	372,74	-372,74
30	244,61	407,68	-369,82
31	174,72	451,36	-349,44
32	104,83	451,36	-340,70
33	58,24	524,16	-329,06
34	-34,94	404,77	-349,44
35	-227,14	372,74	-364,00

Tabela C.3 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o primeiro ciclo  
(continuação)

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
36	-331,97	372,74	-343,62
37	-390,21	390,21	-305,76
38	-451,36	407,68	-270,82
39	-454,27	486,30	-250,43
40	-535,81	259,17	-267,90
41	-532,90	285,38	-209,66
42	-509,60	331,97	-177,63
43	-512,51	323,23	-133,95
44	-515,42	218,40	-90,27
45	-483,39	160,16	-43,68
46	-512,51	163,07	37,86
47	-503,78	163,07	122,30
48	-506,69	177,63	230,05
49	-483,39	200,93	372,74
50	-375,65	203,84	439,71
51	-366,91	168,90	468,83
52	-369,82	125,22	483,39
53	-358,18	90,27	489,22
54	-346,53	37,86	489,22
55	-317,41	-26,21	474,66
56	-334,88	-69,89	468,83
57	-337,79	-87,36	480,48
58	-297,02	-122,30	457,18
59	-314,50	-323,23	401,86
60	-305,76	-352,35	407,68
61	-212,58	-340,70	381,47
62	-206,75	-384,38	346,53
63	-218,40	-480,48	302,85
64	-203,84	-506,69	279,55

Tabela C.4 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o segundo ciclo

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
1	23,30	-282,46	442,62
2	302,85	-262,08	457,18
3	404,77	-241,70	442,62
4	445,54	-262,08	396,03
5	396,03	-308,67	346,53
6	416,42	-305,76	314,50
7	471,74	-346,53	297,02
8	503,78	-218,40	264,99
9	515,42	-244,61	218,40
10	527,07	-232,96	163,07
11	532,90	-221,31	81,54
12	518,34	-227,14	-14,56
13	512,51	-206,75	-116,48
14	518,34	-232,96	-267,90
15	439,71	-209,66	-346,53
16	430,98	-209,66	-410,59
17	311,58	-209,66	-474,66
18	378,56	-174,72	-509,60
19	349,44	-122,30	-515,42
20	346,53	-107,74	-535,81
21	320,32	-87,36	-544,54
22	334,88	-37,86	-541,63
23	297,02	-32,03	-562,02
24	264,99	-14,56	-556,19
25	238,78	32,03	-544,54
26	250,43	40,77	-535,81
27	215,49	78,62	-509,60
28	221,31	311,58	-413,50
29	227,14	291,20	-430,98
30	128,13	317,41	-407,68
31	81,54	390,21	-387,30
32	43,68	410,59	-364,00
33	0,00	401,86	-384,38
34	-270,82	329,06	-413,50
35	-358,18	259,17	-398,94

Tabela C.4 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o segundo ciclo  
(continuação)

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
36	-404,77	291,20	-352,35
37	-436,80	227,14	-340,70
38	-495,04	294,11	-288,29
39	-497,95	262,08	-250,43
40	-541,63	247,52	-232,96
41	-524,16	241,70	-189,28
42	-524,16	262,08	-145,60
43	-524,16	235,87	-110,66
44	-445,54	247,52	-49,50
45	-532,90	212,58	14,56
46	-529,98	241,70	148,51
47	-471,74	198,02	215,49
48	-355,26	221,31	314,50
49	-463,01	122,30	369,82
50	-436,80	119,39	422,24
51	-398,94	116,48	460,10
52	-361,09	96,10	477,57
53	-340,70	84,45	477,57
54	-331,97	-11,65	474,66
55	-308,67	-46,59	454,27
56	-299,94	-75,71	442,62
57	-264,99	-96,10	439,71
58	-259,17	-145,60	413,50
59	-264,99	-334,88	413,50
60	-212,58	-299,94	404,77
61	-224,22	-323,23	393,12
62	-168,90	-355,26	366,91
63	-142,69	-390,21	355,26
64	-78,62	-343,62	349,44

Tabela C.5 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o terceiro ciclo

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
1	61,15	-331,97	381,47
2	259,17	-256,26	396,03
3	361,09	-299,94	355,26
4	329,06	-314,50	311,58
5	352,35	-320,32	282,46
6	396,03	-308,67	253,34
7	436,80	-323,23	227,14
8	471,74	-285,38	192,19
9	425,15	-273,73	160,16
10	460,10	-267,90	110,66
11	460,10	-250,43	52,42
12	454,27	-250,43	-14,56
13	483,39	-230,05	-87,36
14	489,22	-238,78	-209,66
15	512,51	-174,72	-288,29
16	433,89	-165,98	-378,56
17	451,36	-142,69	-430,98
18	445,54	-131,04	-457,18
19	430,98	-113,57	-483,39
20	416,42	-87,36	-489,22
21	407,68	-46,59	-495,04
22	369,82	-20,38	-489,22
23	361,09	2,91	-492,13
24	288,29	14,56	-486,30
25	215,49	29,12	-486,30
26	203,84	87,36	-460,10
27	250,43	320,32	-387,30
28	273,73	334,88	-384,38
29	244,61	439,71	-358,18
30	203,84	398,94	-343,62
31	171,81	477,57	-329,06
32	69,89	492,13	-314,50
33	17,47	480,48	-331,97
34	-142,69	264,99	-387,30
35	-384,38	276,64	-337,79

Tabela C.5 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o terceiro ciclo  
(continuação)

Npontos	$u_A(t)$ V	$u_B(t)$ V	$u_C(t)$ V
36	-364,00	299,94	-299,94
37	-410,59	302,85	-291,20
38	-465,92	331,97	-238,78
39	-460,10	326,14	-206,75
40	-492,13	331,97	-165,98
41	-477,57	352,35	-131,04
42	-497,95	404,77	-90,27
43	-541,63	259,17	-55,33
44	-553,28	235,87	-2,91
45	-547,46	224,22	69,89
46	-524,16	180,54	174,72
47	-500,86	186,37	302,85
48	-471,74	174,72	375,65
49	-474,66	148,51	430,98
50	-419,33	139,78	474,66
51	-387,30	119,39	497,95
52	-361,09	99,01	509,60
53	-329,06	116,48	553,28
54	-253,34	61,15	564,93
55	-253,34	-17,47	541,63
56	-232,96	-46,59	532,90
57	-203,84	-180,54	468,83
58	-224,22	-331,97	428,06
59	-244,61	-430,98	384,38
60	-221,31	-358,18	401,86
61	-189,28	-387,30	378,56
62	-90,27	-387,30	358,18
63	-125,22	-396,03	346,53
64	5,82	-384,38	337,79



Tabela C.6 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o quarto ciclo

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
1	75,71	-334,88	343,62
2	361,09	-256,26	352,35
3	457,18	-267,90	334,88
4	509,60	-250,43	308,67
5	570,75	-270,82	276,64
6	608,61	-259,17	253,34
7	628,99	-247,52	232,96
8	646,46	-256,26	215,49
9	663,94	-215,49	174,72
10	646,46	-174,72	157,25
11	643,55	-180,54	113,57
12	637,73	-154,34	69,89
13	626,08	-122,30	26,21
14	628,99	-122,30	-40,77
15	599,87	-128,13	-125,22
16	567,84	-139,78	-224,22
17	535,81	-116,48	-334,88
18	460,10	-139,78	-407,68
19	465,92	-110,66	-448,45
20	390,21	-90,27	-480,48
21	378,56	0,00	-474,66
22	372,74	40,77	-506,69
23	247,52	75,71	-503,78
24	253,34	241,70	-463,01
25	244,61	320,32	-454,27
26	200,93	238,78	-471,74
27	128,13	273,73	-439,71
28	116,48	317,41	-407,68
29	113,57	337,79	-390,21
30	34,94	349,44	-361,09
31	-14,56	337,79	-387,30
32	-238,78	317,41	-393,12
33	-323,23	323,23	-384,38
34	-396,03	285,38	-396,03
35	-503,78	241,70	-366,91

Tabela C.6 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o quarto ciclo  
(continuação)

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
36	-451,36	253,34	-352,35
37	-521,25	291,20	-334,88
38	-553,28	264,99	-297,02
39	-500,86	311,58	-253,34
40	-518,34	267,90	-238,78
41	-553,28	221,31	-203,84
42	-538,72	262,08	-145,60
43	-562,02	218,40	-104,83
44	-564,93	230,05	-29,12
45	-532,90	200,93	32,03
46	-544,54	244,61	125,22
47	-541,63	148,51	247,52
48	-503,78	154,34	329,06
49	-503,78	154,34	396,03
50	-500,86	107,74	451,36
51	-396,03	99,01	500,86
52	-349,44	61,15	509,60
53	-387,30	43,68	527,07
54	-326,14	32,03	527,07
55	-285,38	0,00	518,34
56	-294,11	-43,68	503,78
57	-302,85	-224,22	436,80
58	-267,90	-349,44	407,68
59	-264,99	-442,62	372,74
60	-276,64	-486,30	361,09
61	-232,96	-413,50	366,91
62	-192,19	-442,62	349,44
63	-139,78	-425,15	349,44
64	-14,56	-393,12	375,65

Tabela C.7 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o quinto ciclo

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
1	14,56	-366,91	352,35
2	215,49	-334,88	349,44
3	305,76	-366,91	334,88
4	378,56	-326,14	314,50
5	430,98	-378,56	282,46
6	460,10	-355,26	267,90
7	506,69	-352,35	218,40
8	457,18	-366,91	186,37
9	483,39	-366,91	157,25
10	521,25	-334,88	142,69
11	550,37	-186,37	116,48
12	550,37	-192,19	61,15
13	567,84	-206,75	-14,56
14	538,72	-256,26	-90,27
15	562,02	-157,25	-206,75
16	524,16	-264,99	-331,97
17	497,95	-317,41	-506,69
18	238,78	-259,17	-521,25
19	297,02	-212,58	-521,25
20	372,74	-250,43	-495,04
21	378,56	-66,98	-497,95
22	331,97	-84,45	-515,42
23	317,41	-17,47	-497,95
24	189,28	81,54	-465,92
25	273,73	270,82	-422,24
26	297,02	381,47	-384,38
27	329,06	465,92	-358,18
28	259,17	372,74	-384,38
29	244,61	401,86	-346,53
30	230,05	419,33	-334,88
31	157,25	465,92	-305,76
32	84,45	503,78	-299,94
33	-49,50	445,54	-343,62
34	-259,17	349,44	-366,91
35	-384,38	346,53	-343,62

Tabela C.7 - Resultados de medição dos sinais de tensão e corrente obtidos no FEA1 para o quinto ciclo  
(continuação)

Npontos	$u_A(t)$	$u_B(t)$	$u_C(t)$
	V	V	V
36	-430,98	390,21	-308,67
37	-457,18	451,36	-250,43
38	-448,45	407,68	-235,87
39	-477,57	375,65	-221,31
40	-538,72	320,32	-215,49
41	-591,14	241,70	-171,81
42	-495,04	273,73	-113,57
43	-492,13	302,85	-46,59
44	-509,60	192,19	-14,56
45	-544,54	215,49	58,24
46	-567,84	250,43	154,34
47	-527,07	294,11	337,79
48	-334,88	264,99	401,86
49	-416,42	230,05	433,89
50	-448,45	177,63	454,27
51	-398,94	160,16	483,39
52	-358,18	110,66	497,95
53	-334,88	34,94	512,51
54	-276,64	5,82	524,16
55	-259,17	-14,56	541,63
56	-224,22	-110,66	500,86
57	-227,14	-250,43	445,54
58	-235,87	-329,06	410,59
59	-250,43	-413,50	366,91
60	-273,73	-454,27	355,26
61	-221,31	-396,03	372,74
62	-180,54	-413,50	329,06
63	-177,63	-451,36	311,58
64	-101,92	-457,18	305,76