

Desenvolvimento de Funcionalidades Computacionais para Atendimento dos Novos Procedimentos de Rede para Estudos de Desempenho Harmônico

GDS

Cristiano de Oliveira Costa

Sergio Luis Varricchio

Franklin Clement Véliz

Fabiano Andrade Oliveira



Flexibilizar os Procedimentos de Rede (PR)
Atender às constantes reivindicações dos agentes – tornar a avaliação dos estudos de desempenho harmônico menos conservadora

Setores Circulares

Polígonos de “n” lados

Intervalos harmônicos e passos de frequência diferentes entre setores e polígonos

Adequação do programa HarmZs aos novos PR

Cada harmônico de interesse (do 2º ao 50º), diversas contingências e diversos cenários de carga

Eventuais erros de dados ou de modelos de componentes de rede

Como compensação, são consideradas variações na frequência de estudo ($f_h = hf_0$) para traçados dos LGs (Setor Circular e Polígono de “n” lados)

Intervalo harmônico

Passo de frequência

Interface Antiga do HarmZs

Somente Setor

Método do Lugar Geométrico

Arquivo de Pontos RX:
C:\CEPEL\Pontos_Desenho_Setores_202.pox Procurar...

Tipo de Traçado:
☒ Admitância ☐ Impedância

Tipo de Curva:
☐ Nuvem Pontos ☐ Diagrama Circular

☒ Setor

Frequências (Hz):
240
260
280
300
320
340
360

Ymax (pu): 8.865484
Ymin (pu): 0.086102
Teta Max (°): 64.272900
Teta Min (°): 82.718400

Cálculo Admitância Interna:
Barra Rede Interna: 6334
Frequência (Hz): 300
Admitância Interna (pu): 0.0010597+j0.31628

Corrente de Norton:
$$I = \left(\sum I_j^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

0.00289507 (pu) a = 1.4

Distância Mínima (pu): 0.041138 Distorção Máxima (%): 7.037375

Novo Traçado Mesmo Traçado Fechar

Nova Interface Individual

Método do Lugar Geométrico

Arquivo de Pontos RX: C:\CEPEL\Pontos_Desenho_Sectores_30.prx Procurar...

Tipo de Traçado: ☒ Admitância ☐ Impedância

Tipo de Curva: ☐ Nuvem Pontos ☐ Diagrama Circular

Frequências (Hz): [dropdown]

☒ Setor ☐ Polígono

Frequências (Hz): [dropdown]

☒ Marcar h-n e h+n n= 1

☐ Incluir todo intervalo

☒ Incluir nuvem de pontos

Variável	Valor	Nome Contingência

☒ Mostrar interharmônicos

Cálculo Admitância Interna

Barra Rede Interna: 6334 Frequência (Hz): 420

Admitância Interna (pu): 0.00479+j0.67174

Corrente de Norton

$$I = \left(\sum_j I_j^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

0.00289509 (pu) a = 1.4

Distância Mínima (pu): Distorção Máxima Individual (%):

Novo Traçado Mesmo Traçado Relatório Fechar

Método do Lugar Geométrico

Arquivo de Pontos RX: C:\CEPEL\Pontos_Desenho_Sectores_30.prx Procurar...

Tipo de Traçado: ☒ Admitância ☐ Impedância

Tipo de Curva: ☐ Nuvem Pontos ☐ Diagrama Circular

Frequências (Hz): [dropdown]

☒ Setor ☐ Polígono

Frequências (Hz): [dropdown]

☒ Marcar h-n e h+n n= 1

☐ Incluir todo intervalo

☒ Incluir nuvem de pontos

Variável	Valor	Nome Contingência

☒ Mostrar interharmônicos

Cálculo Admitância Interna

Barra Rede Interna: 6334 Frequência (Hz): 420

Admitância Interna (pu): 0.00479+j0.67174

Corrente de Norton

$$I = \left(\sum_j I_j^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

0.00289509 (pu) a = 1.4

Distância Mínima (pu): Distorção Máxima Individual (%):

Novo Traçado Mesmo Traçado Relatório Fechar

Distorção Máxima Total - LG

Rede Interna

Barra Rede Interna: 6334

Tipo de Lugar Geométrico

☒ Setor

☒ Marcar h-n e h+n n= 1

☐ Incluir todo intervalo

☒ Polígono

☒ Marcar h-n

☒ Incluir todo

Freq(Hz)	I Norton (pu)	a	Yi(pu)	Ymin Setor(pu)
120	0.00459522	1.0	0.00010+j0.09745	0.014686640375262
180	0.00919044	1.0	0.00025+j0.15463	0.019850157125571
240	0.00459522	1.0	0.00053+j0.22435	0.028964086834087
300	0.00289507	1.4	0.00106+j0.31628	0.041138455815795
360	0.00144754	1.4	0.00215+j0.44980	0.047491024769152
420	0.00289509	1.4	0.00479+j0.67174	0.072501683565132
480	0.00144755	1.4	0.01367+j1.13422	0.127975950218718
540	0.00289513	1.4	0.08229+j2.77955	1.10816551412237
600	0.00144758	1.4	0.99149-j9.59354	1.93540959647476
660	0.00121747	2.0	0.03910-j1.91318	0.3519540008392
720	0.00060877	2.0	0.01294-j1.09951	0.192861732337399
780	0.00121762	2.0	0.00663-j0.78652	0.236051077658097
840	0.00060887	2.0	0.00413-j0.61967	0.347862599291049
900	0.00121788	2.0	0.00286-j0.51534	0.301155183939652

Limites Distorções Harmônicas

Para V >= 69kV

DHI

Ímpares

Ordem 3 a 25 0.6 %

Ordem >= 27 0.4 %

Pares

Todas as ordens 0.3 %

Distorção Harmônica Total

DHT 1.5 %

Valores Padrão

OK Cancel

Procurar...

Cálculo

Setor Polígono

DHT Máxima (%): 58.81926236502 12.918517364090

Setor Polígono

Vértices	Nome Contingência
0.0569498-j0.561889	CONTINGÊNCIA 3
0.102201-j0.958422	CONTINGÊNCIA 3
0.190623-j0.562639	CASO BASE
0.487965+j2.26958	CONTINGÊNCIA 5
0.477804+j2.26112	CONTINGÊNCIA 8
0.460631+j2.22177	CASO BASE
0.0631179+j0.704818	CONTINGÊNCIA 1
0.0428825-j0.281477	CONTINGÊNCIA 3

Valores Limites Exportar Excel (.csv)

Tensões Superiores a 69kV

Apresentação dos dados em forma de tabela

SNPTT_2017.csv - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Freq(Hz)	I Norton (pu)	a	Yi(pu)	Ymin Setor(pu)	Ymin Polig(pu)	DHI Máx Setor(%)	DHI Máx Polig(%)	Frequências Setor	Frequências Poligono		Ymax Setor(pu)	Cont_Ymax	Ymin Setor(pu)	Cont_Ymin	amax Set
1	120	0,0046	1	0,0001+0,0975	0,0147	0,22	31,2884	2,0886	120 180	120 140		2,466	CASO BASE	0,0907	CONTINGÊNCIA 6	79,1508
2	180	0,0092	1	0,0003+0,1546	0,0199	0,0877	46,2991	10,4773	120 180 240	160 180 200		8,8655	CONTINGÊNCIA 2	0,0907	CONTINGÊNCIA 6	79,1508
3	240	0,0046	1	0,0005+0,2244	0,029	0,0977	15,8652	4,7045	120 240 300	220 240 260		8,8655	CONTINGÊNCIA 2	0,0907	CONTINGÊNCIA 6	79,1508
4	300	0,0029	1,4	0,0011+0,3163	0,0411	0,079	7,0374	3,6629	240 300 320	280 300 320		8,8655	CONTINGÊNCIA 2	0,1701	CONTINGÊNCIA 7	64,2729
5	360	0,0014	1,4	0,0021+0,4498	0,0475	0,217	3,048	0,667	300 360 460	340 360 380		4,9461	CONTINGÊNCIA 6	0,1237	CONTINGÊNCIA 2	83,4478
6	420	0,0029	1,4	0,0048+0,6717	0,0725	0,0738	3,9931	3,9231	360 420 480	400 420 440		6,0343	CONTINGÊNCIA 5	0,1237	CONTINGÊNCIA 2	85,6253
7	480	0,0014	1,4	0,0137+1,1342	0,128	1,0884	1,1311	0,133	420 480 540	460 480 500		6,0343	CONTINGÊNCIA 5	0,1237	CONTINGÊNCIA 2	85,6253
8	540	0,0029	1,4	0,0823+2,7795	1,1082	1,1383	0,2613	0,2543	480 540 600	520 540 560		6,0343	CONTINGÊNCIA 5	0,2137	CONTINGÊNCIA 3	85,6253
9	600	0,0014	1,4	0,9915-9,5935	1,9354	4,7188	0,0748	0,0307	540 600 620	580 600 620		14,2818	CONTINGÊNCIA 5	0,2789	CONTINGÊNCIA 6	84,3243
10	660	0,0012	2	0,0391-1,9132	0,352	0,7304	0,3459	0,1667	600 660 720	640 660 680		14,2818	CONTINGÊNCIA 5	0,2789	CONTINGÊNCIA 6	80,5724
11	720	0,0006	2	0,0129-1,0995	0,1929	0,2163	0,3156	0,2814	660 720 780	700 720 740		14,2818	CONTINGÊNCIA 5	0,2789	CONTINGÊNCIA 6	80,5724
12	780	0,0012	2	0,0066-0,7865	0,2361	0,4891	0,5158	0,2489	720 780 840	760 780 800		8,2484	CONTINGÊNCIA 2	0,9682	CONTINGÊNCIA 4	80,5724
13	840	0,0006	2	0,0041-0,6197	0,3479	1,339	0,175	0,0455	780 840 900	820 840 860		8,2484	CONTINGÊNCIA 2	0,8541	CONTINGÊNCIA 9	70,0367
14	900	0,0012	2	0,0029-0,5153	0,3012	0,9197	0,4044	0,1324	840 900 960	880 900 920		7,8464	CASO BASE	0,4616	CONTINGÊNCIA 7	54,9489
15	960	0,0006	2	0,0021-0,4436	0,2565	0,3149	0,2375	0,1934	900 960 1020	940 960 980		4,9575	CASO BASE	0,096	CONTINGÊNCIA 1	54,9489
16	1020	0,0006	2	0,0017-0,3909	0,0894	0,1704	0,6815	0,3575	960 1020 1080	1000 1020 1040		4,9575	CASO BASE	0,096	CONTINGÊNCIA 1	77,0261
17	1080	0,0003	2	0,0013-0,3505	0,0523	0,097	0,582	0,3141	1020 1080 1140	1060 1080 1100		4,9575	CASO BASE	0,096	CONTINGÊNCIA 1	81,6316
18	1140	0,0006	2	0,0011-0,3184	0,0464	0,1615	1,1319	0,3773	1080 1140 1200	1120 1140 1160		2,5641	CONTINGÊNCIA 2	0,2868	CONTINGÊNCIA 3	81,8241
19	1200	0,0003	2	0,0009-0,2923	0,0425	0,312	0,7173	0,0977	1140 1200 1260	1180 1200 1220		7,4123	CONTINGÊNCIA 2	0,2868	CONTINGÊNCIA 3	81,8241
20	1260	0,0006	2	0,0008-0,2705	0,1442	0,7549	0,4228	0,0808	1200 1260 1320	1240 1260 1280		15,444	CASO BASE	0,4064	CONTINGÊNCIA 4	81,8241
21	1320	0,0003	2	0,0007-0,2520	0,5772	0,5777	0,0528	0,0528	1260 1320 1380	1300 1320 1340		16,1356	CONTINGÊNCIA 8	0,8213	CONTINGÊNCIA 3	78,196
22	1380	0,0006	2	0,0006-0,2361	0,0628	0,6036	0,9715	0,1011	1320 1380 1440	1360 1380 1400		16,1356	CONTINGÊNCIA 8	0,1916	CONTINGÊNCIA 3	74,7147
23	1440	0,0003	2	0,0005-0,2222	0,0803	0,1942	0,3802	0,1572	1380 1440 1500	1420 1440 1460		16,1356	CONTINGÊNCIA 8	0,1916	CONTINGÊNCIA 3	68,9532
24	1500	0,0006	2	0,0005-0,2100	0,0759	0,2584	0,8052	0,2365	1440 1500 1560	1480 1500 1520		3,7546	CASO BASE	0,1916	CONTINGÊNCIA 3	68,9532
25	1560	0,0003	2	0,0004-0,1992	0,3594	0,4571	0,0851	0,0669	1500 1560 1620	1540 1560 1580		4,8215	CASO BASE	0,5379	CONTINGÊNCIA 1	68,9532
26	1620	0,0006	2	0,0004-0,1896	0,0885	0,4937	0,6914	0,124	1560 1620 1680	1600 1620 1640		4,8215	CASO BASE	0,1883	CONTINGÊNCIA 4	63,0236
27	1680	0,0003	2	0,0004-0,1809	0,0758	0,1774	0,4042	0,1727	1620 1680 1740	1660 1680 1700		4,8215	CASO BASE	0,1883	CONTINGÊNCIA 4	5,5324
28	1740	0,0006	2	0,0003-0,1730	0,0412	0,1247	1,489	0,492	1680 1740 1800	1720 1740 1760		6,2966	CASO BASE	0,1883	CONTINGÊNCIA 4	7,9424
29	1800	0,0003	2	0,0003-0,1658	0,1525	0,2049	0,2013	0,1499	1740 1800 1860	1780 1800 1820		6,2966	CASO BASE	0,1883	CONTINGÊNCIA 4	8,866
30	1860	0,0006	2	0,0003-0,1593	0,1948	0,2026	0,3157	0,3037	1800 1860 1920	1840 1860 1880		6,2966	CASO BASE	0,1883	CONTINGÊNCIA 4	8,866
31	1920	0,0003	2	0,0002-0,1523	0,2005	0,2712	0,1527	0,1126	1860 1920 1980	1900 1920 1940		6,2966	CONTINGÊNCIA 7	0,2485	CONTINGÊNCIA 3	78,866

Apresentação dos resultados do estudo também no formato de tabelas que podem ser exportadas para o Excel, permitindo que o usuário possa manipular os dados e preparar facilmente relatórios bastante completos

atuais, uma vez que estes tendem a ser dinâmicos de acordo com a evolução do sistema

Cristiano de Oliveira Costa

 (21) 2598-6414

 crisoc@cepel.br

 www.cepel.br