



ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE DE INTEGRIDADE DOS DADOS PARA TESTE DE CONFORMIDADE

*Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Segundo Conjunto de
Dados - Licitante: Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda.*

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia
Ministro

Bento Albuquerque

Secretário-Executivo do MME
Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Secretário de Energia Elétrica
Rodrigo Limp Nascimento

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis
José Mauro Ferreira Coelho

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Alexandre Vidigal de Oliveira

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE DE INTEGRIDADE DOS DADOS OS PARA TESTE DE CONFORMIDADE

Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Segundo Conjunto de Dados – Licitante: Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda.



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SCN, Qd. 01, Bl. C, nº 85, Sl. 1712/1714
70711-902 - Brasília - DF

Escritório Central

Praça Pio X, n.54
20091-040 - Rio de Janeiro - RJ

Coordenação Geral

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

José Marcos Bressane
Thiago de Faria Rocha Dourado Martins


Equipe Técnica

Bruno Scarpa Alves da Silveira
Carolina Moreira Borges
Rafael Theodoro Alves e Mello
Rodrigo Rodrigues Cabral
Sérgio Felipe Falcão Lima

Nº EPE-DEE-NT-074/2020-rev0

Data: 12/11/2020

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

	<p><i>Contrato</i> _____</p> <p><i>Data de assinatura</i> _____</p>
<p><i>Projeto</i></p> <p align="center">ESTUDOS PARA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</p>	
<p><i>Área de estudo</i></p> <p align="center">Estudos do Sistema de Transmissão</p>	
<p><i>Sub-área de estudo</i></p> <p align="center">Análise de dados</p>	
<p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p> <p>EPE-DEE-NT-074/2020-rev0</p> <p align="right">Pregão Eletrônico PE.EPE.010/2020 – Segundo Conjunto de Dados - Licitante: Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda.</p>	
<p><i>Revisões</i></p> <p>Rev0</p>	<p><i>Data</i></p> <p>12/11/2020</p> <p><i>Descrição sucinta</i></p> <p>Avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado pela licitante Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda., em 09/11/2020</p>

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica tem como objetivo apresentar a avaliação técnica sobre a integridade dos dados contidos no conjunto de arquivos enviado em 09/11/2020 pela licitante Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda, para participação da sessão de testes de verificação de conformidade, de acordo com o que foi estabelecido no item 5 do Anexo I do Edital do pregão eletrônico PE.EPE.010/2020. O conjunto de arquivos de que trata essa nota técnica é o segundo conjunto de arquivos disponibilizados pela licitante. Esse segundo conjunto foi necessário após parecer EPE-DEE-NT-072/2020-rev0, que aponta os dados não conformes no primeiro conjunto de arquivos recebidos pela EPE em 03/11/2020.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	0
SUMÁRIO.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 RELAÇÃO DE ITENS A SEREM VERIFICADOS	2
3 VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE	5
3.1 Tabela 2-1 – Dados de Barra	5
3.2 Tabela 2-3 – Dados de Linha de Transmissão	6
3.3 Tabela 2-5 – Dados de transformadores de geradores	7
3.4 Tabela 2-6 – Dados de transformadores de carga.....	9
3.5 Tabela 2-7 – Dados de transformador da rede	12
3.6 Item 2.1.3 – Dados de Capacitor Shunt.....	14
3.7 Tabela 2-8 – Dados de Geradores.....	14
3.8 Tabela 2-9 – Dados Regulador de Tensão.....	15
3.9 Tabela 2-10 – Dados Regulador de Velocidade.....	15
3.10 Tabela 2-11 – Dados de PSS	16
3.11 Tabela 2-12 – Dados de carga	17
3.12 Tabela 2-13 – Solução do fluxo de potência do sistema teste	18
3.13 Tabela 8 Edital – Anexo I – Roteiro para Testes de Conformidade – Dados dos geradores do sistema de referência.....	19
3.14 Análise dos Dados para Co-Simulação	20
3.14.1 Modelagem das Linhas de Transmissão	20
3.14.2 Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores.....	22
3.14.3 Modelagem da correta “air core impedance” e knee voltage.....	23
3.14.4 Integração de Base de Dados.....	24
4 CONCLUSÃO	26

1 INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica é parte integrante do processo referente ao pregão eletrônico PE.EPE.010/2020, cujo objeto é "Aquisição de ferramentas computacionais (e treinamento no uso destas ferramentas) para estudos de planejamento da expansão do sistema de transmissão considerando integração entre as diversas análises elétricas". A sessão pública do referido pregão teve início em 19 de outubro de 2020, sendo que no presente momento a referida sessão encontra-se na fase de Testes de Verificação de Conformidade, conforme detalhado no item 5 do Anexo I do Edital.

No âmbito dos testes, a licitante Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda disponibilizou, em 3 de novembro de 2020, os arquivos a serem utilizados durante a sessão de testes de verificação de conformidade.

Conforme definido no item 5 do Anexo I - Termo de Referência do Edital, foi feita a verificação da integridade dos dados originalmente disponibilizados pelo licitante. A EPE emitiu o parecer EPE-DEE-NT-072/2020, que lista as inconsistências apresentadas na base de dados fornecida pelo licitante, apontando a não integridade dos dados em relação ao apontado no Edital.

Desta forma, a licitante, conforme previsto em edital, teve a chance de apresentar novos dados corrigidos ou as justificativas pertinentes. A presente avaliação consiste na verificação da integridade desse segundo conjunto de dados, disponibilizado em 09/11/2020.

Portanto, na presente análise será verificado se os arquivos e ajustes realizados não violam a integridade dos dados originais, que correspondem ao sistema teste "*Modified IEEE-39 base case*" e que constam no *Technical Brochure* (TB) do Cigré 736, de agosto de 2018. É importante salientar que os dados originalmente disponibilizados foram fornecidos no formato do programa computacional PSS/E e sabe-se que cada fabricante de software adota um formato distinto e adequado as especificidades de cada ferramenta. Nesse sentido, algumas diferenças na representação dos dados podem ser necessárias, sem contudo, alterar a sua integridade original. As alterações devem estar relacionadas apenas a adequações de formato, devendo estar em conformidade com as demais especificações do Termo de Referência. Ressalta-se que o objetivo da verificação do conjunto de arquivos previamente à realização dos testes é de garantir que os testes sejam realizados em um ambiente similar ao qual as ferramentas serão efetivamente utilizadas.

2 RELAÇÃO DE ITENS A SEREM VERIFICADOS

Nesta etapa de verificação de integridade da base de dados para testes foram verificados o conjunto de dados apresentados abaixo, agrupados em função do tipo de análise a ser realizada. A base enviada será confrontada com os dados constantes no item 2.1 do TB do Cigré, que contém o sistema elétrico

de referência para utilização na sessão de testes de conformidade em si, etapa subsequente à verificação da base de dados para os testes. Cabe ressaltar que a licitante também enviou previamente o relatório “*Memorandum - Electronic Bid Nº PE.EPE.010/2020*”, o qual documenta a sequência dos testes de conformidade que serão efetuados na etapa final de conformidade do software.

i. Dados de Barra

- a. Número
- b. Nome
- c. Tensão Nominal;
- d. Tipo (PQ, PV, Swing);
- e. Limites de tensão;
- f. Ponto de Operação (Tensão e ângulo);
- g. Cargas Ativa (MW) e Reativa (Mvar);

ii. Dados de Linha de Transmissão:

- a. Comprimento (km)
- b. Resistência de sequência positiva – $R'1$ (ohm/km)
- c. Reatância de sequência positiva – $X'1$ (ohm/km)
- d. Susceptância de sequência positiva – $B'1$ (μ S/km)
- e. Resistência de sequência zero – $R'0$ (ohm/km)
- f. Reatância de sequência zero – $X'0$ (ohm/km)
- g. Susceptância de sequência zero – $B'0$ (μ S/km)

iii. Transformadores de Geração

- a. Resistência (pu);
- b. Reatância em (pu);
- c. Relação de transformação (tap ratio);

- d. Relação de tensão (kV/kV);
 - e. Esquema de ligação;
 - f. Curva de Saturação;
- iv. Demais Verificações
- a. Dados de geradores;
 - b. Parâmetros dos controladores dinâmicos regulador de velocidade, tensão e PSS;
 - c. Módulo de Co-simulação entre Transitórios Eletromagnéticos e Domínio Fasorial.

3 VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE

Para verificação da integridade dos dados apresentados, foram tomadas como base as tabelas e o conteúdo do item 2 do TB 736 - Cigré acrescidos de informações constantes na seção de Testes de Conformidade do Edital. Estes dados foram comparados aos dados constantes no programa PSS/E.

Para as conferências presentes nos itens 3.1 a 3.14, foram utilizados os arquivos .raw, .seq e .dvr, que foram abertos no programa PSS/E instalado em máquina da EPE. Para conferência dos dados, utilizou-se a interface do próprio programa, que permite visualização e exportação dos dados em formato de tabelas.

3.1 Tabela 2-1 – Dados de Barra

A Tabela 2-1 mostra a lista de barras, o seu tipo, o seu nível de tensão e as tensões operativas máximas e mínimas. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros estão modelados corretamente. Adicionalmente, em cor azul, verificou-se que, para propiciar a correta modelagem de um transformador de três enrolamentos no sistema de teste, houve a necessidade de representação da barra 99, fato este que não prejudica o teste de conformidade e, portanto, aceitável.

Barra	CIGRÉ TB/Edital				PSS/E .RAW			
	Tensão [kV]	Tipo	Tensão Mínima [pu]	Tensão Máxima [pu]	Tensão [kV]	Tipo	Tensão Mínima [pu]	Tensão Máxima [pu]
1	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
2	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
3	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
4	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
5	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
6	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
7	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
8	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
9	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
10	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
11	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
12	25	PQ	0,97	1,06	25	PQ	0,97	1,06
13	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
14	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
15	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
16	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
17	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
18	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
19	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
20	300	PQ	0,97	1,06	300	PQ	0,97	1,06
21	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
22	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
23	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
24	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
25	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
26	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
27	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
28	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
29	345	PQ	0,97	1,06	345	PQ	0,97	1,06
30	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
31	20	Vθ (Slack)	0,97	1,06	20	Vθ (Slack)	0,97	1,06
32	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
33	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
34	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
35	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
36	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
37	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
38	20	PV	0,97	1,06	20	PV	0,97	1,06
39	345	PV	0,97	1,06	345	PV	0,97	1,06
99	N/A	N/A	N/A	N/A	12,5	PQ	0,97	1,06

3.2 Tabela 2-3 – Dados de Linha de Transmissão

A Tabela 2-3 mostra os dados de linha de transmissão, em especial os seus parâmetros, em ohm/km ou $\mu\text{S/km}$. É importante salientar que a entrada de dados de linha de transmissão é em pu, e considera os parâmetros de todo o comprimento da linha, e não por km. Nesse sentido, é necessário fazer tratamento de dados, no sentido de transformar os valores em pu e, também, realizar correção hiperbólica dado que a EPE se utiliza da modelagem Π equivalente para linhas longas para encontrar os parâmetros globais de cada LT.

Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros de sequência positiva, de sequência zero e de capacidades estão modelados corretamente.

As pequenas diferenças eventualmente encontradas, tanto nos parâmetros de sequência positiva e de sequência zero, são provenientes de grau de precisão no arredondamento dos valores em si, fato este que não prejudica o teste de conformidade e, portanto, são aceitáveis.

De	Para	CIGRÉ TB/Edital (Correções Hiperbólicas)									PSS/E_RAW/SEQ						
		L (km)	R1 (pu)	X1 (pu)	B1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	B0 (pu)	Cap (MVA)	L (km)	R1 (pu)	X1 (pu)	B1 (pu)	R0 (pu)	X0 (pu)	B0 (pu)	Cap (MVA)
1	2	134,80	0,0043279	0,0415048	0,7227265	0,0472974	0,1243930	0,4411162	550	134,80	0,0043279	0,0415048	0,7227300	0,0473000	0,1243900	0,4411200	550
1	39	109,00	0,0026298	0,0308374	0,6169855	0,2330610	0,0647739	0,3691261	900	109,00	0,0026298	0,0308374	0,6169900	0,2330600	0,0647700	0,3691300	900
2	3	49,60	0,0013109	0,0156458	0,2541179	0,0052746	0,0323634	0,1656416	550	49,60	0,0013109	0,0156458	0,2541200	0,0052700	0,0323600	0,1656400	550
2	25	28,20	0,0009141	0,0087241	0,1508310	0,0100707	0,0262186	0,0918759	500	28,20	0,0009141	0,0087241	0,1508300	0,0100700	0,0262200	0,0918800	500
3	4	54,60	0,0021893	0,0222446	0,2131593	0,0066941	0,0376274	0,1488913	600	54,60	0,0021893	0,0222446	0,2131600	0,0066900	0,0376300	0,1488900	600
3	18	42,40	0,0011210	0,0133770	0,2172104	0,0045111	0,0276755	0,1415849	550	42,40	0,0011210	0,0133770	0,2172100	0,0045100	0,0276800	0,1415800	550
4	5	33,00	0,0013245	0,0134512	0,1288002	0,0040507	0,0227549	0,0899625	600	33,00	0,0013245	0,0134512	0,1288000	0,0040500	0,0227500	0,0899600	600
4	14	33,60	0,0013486	0,0136956	0,1311467	0,0041242	0,0231684	0,0915948	600	33,60	0,0013486	0,0136956	0,1311500	0,0041200	0,0231700	0,0915900	600
5	6	8,50	0,0002249	0,0026830	0,0435344	0,0009055	0,0055515	0,0283749	550	8,50	0,0002249	0,0026830	0,0435300	0,0009100	0,0055500	0,0283700	550
5	8	32,40	0,0013004	0,0132068	0,1264577	0,0039771	0,0223415	0,0883263	600	32,40	0,0013004	0,0132068	0,1264600	0,0039800	0,0223400	0,0883300	600
6	7	25,70	0,0010317	0,0104768	0,1003023	0,0031555	0,0177236	0,0700570	600	25,70	0,0010317	0,0104768	0,1003000	0,0031600	0,0177200	0,0700600	600
6	11	26,90	0,0007116	0,0084893	0,1377857	0,0028642	0,0175627	0,0898055	550	26,90	0,0007116	0,0084893	0,1377900	0,0028600	0,0175600	0,0898100	550
7	8	15,10	0,0003996	0,0047660	0,0773392	0,0016084	0,0098616	0,0504067	550	15,10	0,0003996	0,0047660	0,0773400	0,0016100	0,0098600	0,0504100	550
8	9	93,50	0,0037375	0,0380352	0,3653047	0,0114219	0,0643227	0,2552000	600	93,50	0,0037375	0,0380352	0,3653000	0,0114200	0,0643200	0,2552000	600
9	39	137,80	0,0011228	0,0220669	1,4162753	0,0118246	0,0736881	0,6142558	900	137,80	0,0011228	0,0220669	1,4162800	0,0118200	0,0736900	0,6142600	900
10	11	14,10	0,0003731	0,0044504	0,0722171	0,0015019	0,0092086	0,0470683	550	14,10	0,0003731	0,0044504	0,0722200	0,0015000	0,0092100	0,0470700	550
10	13	14,10	0,0003731	0,0044504	0,0722171	0,0015019	0,0092086	0,0470683	550	14,10	0,0003731	0,0044504	0,0722200	0,0015000	0,0092100	0,0470700	550
13	14	33,20	0,0008781	0,0104764	0,1700639	0,0035340	0,0216758	0,1108457	550	33,20	0,0008781	0,0104764	0,1700600	0,0035300	0,0216800	0,1108500	550
14	15	70,90	0,0018713	0,0223494	0,3633708	0,0075256	0,0462253	0,2368930	550	70,90	0,0018713	0,0223494	0,3633700	0,0075300	0,0462300	0,2368900	550
15	16	31,90	0,0010339	0,0098681	0,1706261	0,0113895	0,0296558	0,1039364	500	31,90	0,0010339	0,0098681	0,1706300	0,0113900	0,0296600	0,1039400	500
16	17	27,50	0,0007275	0,0086786	0,1408596	0,0029280	0,0179542	0,0918092	550	27,50	0,0007275	0,0086786	0,1408600	0,0029300	0,0179500	0,0918100	550
16	19	61,30	0,0016190	0,0193298	0,3141159	0,0065126	0,0399792	0,2047626	550	61,30	0,0016190	0,0193298	0,3141200	0,0065100	0,0399800	0,2047600	550
16	21	46,70	0,0005957	0,0133518	0,2639992	0,0136439	0,0357892	0,1579293	900	46,70	0,0005957	0,0133518	0,2640000	0,0136400	0,0357900	0,1579300	900
16	24	15,90	0,0006385	0,0064825	0,0620514	0,0019527	0,0109665	0,0433399	600	15,90	0,0006385	0,0064825	0,0620500	0,0019500	0,0109700	0,0433400	600
17	18	26,20	0,0006931	0,0082685	0,1341995	0,0027898	0,0171081	0,0874711	550	26,20	0,0006931	0,0082685	0,1342000	0,0027900	0,0171100	0,0874700	550
17	27	59,40	0,0007571	0,0169767	0,3358544	0,0173341	0,0454994	0,2009365	900	59,40	0,0007571	0,0169767	0,3358500	0,0173300	0,0455000	0,2009400	900
21	22	47,70	0,0006084	0,0136374	0,2696557	0,0139349	0,0365543	0,1613144	900	47,70	0,0006084	0,0136374	0,2696600	0,0139300	0,0365500	0,1613100	900
22	23	33,50	0,0004276	0,0095806	0,1893514	0,0097963	0,0256832	0,1132639	900	33,50	0,0004276	0,0095806	0,1893500	0,0098000	0,0256800	0,1132600	900
23	24	89,40	0,0035751	0,0363746	0,3492513	0,0109262	0,0615161	0,2439807	600	89,40	0,0035751	0,0363746	0,3492500	0,0109300	0,0615200	0,2439800	600
25	26	102,40	0,0026947	0,0322318	0,5251986	0,0108259	0,0666252	0,3424695	550	102,40	0,0026947	0,0322318	0,5252000	0,0108300	0,0666300	0,3424700	550
26	27	47,20	0,0012477	0,0148897	0,2418143	0,0050202	0,0308000	0,1576200	550	47,20	0,0012477	0,0148897	0,2418100	0,0050200	0,0308000	0,1576200	550
26	28	153,00	0,0039982	0,0479922	0,7860924	0,0039982	0,0479922	0,7860924	550	153,00	0,0039982	0,0479922	0,7860900	0,0040000	0,0479900	0,7860900	550
26	29	201,80	0,0052240	0,0630060	1,0392558	0,0208662	0,1299131	0,6786476	550	201,80	0,0052240	0,0630060	1,0392600	0,0208700	0,1299100	0,6786500	550
28	29	48,80	0,0012898	0,0153938	0,2500165	0,0051898	0,0318464	0,1629735	550	48,80	0,0012898	0,0153938	0,2500200	0,0051900	0,0318500	0,1629700	550

3.3 Tabela 2-5 – Dados de transformadores de geradores

A forma de entrada dos parâmetros elétricos no PSS/E é em pu, tendo como base de potência o valor de 100 MVA. Os dados em pu presentes na Tabela 2-5 tem como referência a base própria de cada transformador e, portanto, os valores devem ser ajustados. O licitante fez os cálculos de forma correta para todos os transformadores listados na Tabela 2-5 do TB 736, conforme pode ter observado na tabela abaixo. São observados desvios menores que 1%, referentes a arredondamento, que podem ser desconsiderados.

Technical Brochure - 736								Calculated Values (New Sbase - 100 MVA)				Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq									
From Bus	To Bus	R1 (pu)	X1 (pu)	Tap ratio	S (MVA)	U ₁ (kV)	U ₂ (kV)	R1(pu) Sbase=10 OMVA	X1(pu) Sbase=10 OMVA	R0(pu) Sbase=10 OMVA	X0(pu) Sbase=100 MVA	Specified R (pu or watts)	Specified X (pu)	R01 (pu)	X01 (pu)	Wnd 1 Ratio (pu or kV)	Winding MVA Base	Wnd 1 Nominal kV	Wnd 2 Nominal kV	Vector Group	Connection Code
2	30	0,003	0,18	1,025	1000	345	20	0,0003	0,0180	0,0003	0,0180	0,0003	0,018	0,0003	0,018	1,025	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
6	31	0,003	0,25	1,07	1000	345	20	0,0003	0,0250	0,0003	0,0250	0,0003	0,025	0,0003	0,025	1,07	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
10	32	0,003	0,2	1,07	1000	345	20	0,0003	0,0200	0,0003	0,0200	0,0003	0,02	0,0003	0,02	1,07	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
19	33	0,007	0,142	1,07	1000	345	20	0,0007	0,0142	0,0007	0,0142	0,0007	0,0142	0,0007	0,0142	1,07	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
20	34	0,005	0,11	1,009	600	300	20	0,0008	0,0183	0,0008	0,0183	0,000833	0,018333	0,00083	0,018333	1,009	600	300	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
22	35	0,003	0,143	1,025	1000	345	20	0,0003	0,0143	0,0003	0,0143	0,0003	0,0143	0,0003	0,0143	1,025	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
23	36	0,005	0,27	1	1000	345	20	0,0005	0,0270	0,0005	0,0270	0,0005	0,027	0,0005	0,027	1	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
25	37	0,006	0,23	1,025	1000	345	20	0,0006	0,0230	0,0006	0,0230	0,0006	0,023	0,0006	0,023	1,025	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
29	38	0,008	0,156	1,025	1000	345	20	0,0008	0,0156	0,0008	0,0156	0,0008	0,0156	0,0008	0,0156	1,025	1000	345	20	Yd1	8 - Series path, ground each side
39	NA	0	0	1	1000	345	345	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

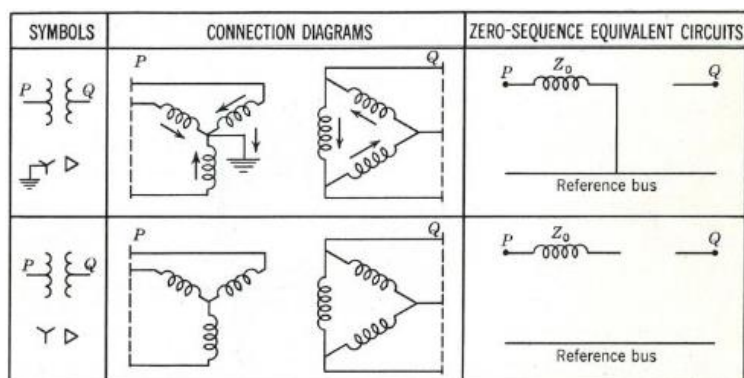
Differences	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,04%	0,00%	0,40%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

No que se refere ao esquema de ligação dos transformadores, foram verificadas inconsistências. Não obstante os parâmetros de sequência zero, há a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero. Verifica-se que a base de dados possui a possibilidade de introduzir essa informação em dois campos distintos, sem que haja consistência entre os mesmos. Tratam-se dos campos "Vector Group" e "Connection Code", ambos mostrados nas colunas finais da tabela acima.

Verificou-se que a informação que efetivamente é utilizada nos cálculos de curto-circuito consta internamente ao arquivo '.seq', no campo denominado *Connection Code (CC)*, e não no *Vector Group*. A informação de *Vector Group* nos arquivos fornecidos condiz com o esquema de ligação solicitado em edital, mas o próprio manual do software (DataFormat.pdf - Data Formats Reference Manual PSS®E 34.8.0) indica que a informação presente nesse campo é apenas informativa. Verificou-se que pode ser incluída uma informação que não condiz com a modelagem real do equipamento no software.

Constatou-se que a licitante modelou os transformadores Yd1 informados no TB com o código CC=8, o que equivale a *Series path, ground each side*, ou seja, havendo a passagem série direta da sequência

zero entre os enrolamentos primário e secundário. No entanto sabe-se pela teoria de modelagem de componentes simétricas que, para transformadores do tipo Yd1 ou mesmo para transformadores YNd1 com N aterrado, não pode haver tal passagem série conforme mostrado na figura a seguir.



A rigor, admitindo-se a ligação Y no primeiro enrolamento e d (delta) no segundo enrolamento, a correta modelagem da sequência zero no PSS/E seria:

- Para o caso de transformadores Yd1, CC=4 (*no series or ground paths*);
- Para o caso de transformadores YNd1 com N aterrado, CC=2 (*no series path, ground path on Winding 1 side*).

A figura abaixo foi extraída do próprio manual do software PSS/E (PAGV1.pdf - Program Application Guide Volume 1 PSS®E 34.8.0) e mostra a aplicação de ambas ligações citadas anteriormente.

Positive Sequence		Connection Code	Zero-Sequence Connection	
Winding Type			First Winding	Second Winding
		1		
		3		
		2		
		4		
		4		
		4		
		2		
		3		

Portanto, a modelagem incorreta do circuito equivalente de sequência zero dos transformadores Yd1 constantes no sistema elétrico referenciado no TB acarreta prejuízos para a realização do teste de conformidade, especialmente para os estudos de curto-circuito. Nesse sentido, não é possível atestar que todos os dados fornecidos na Tabela 2-5 estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.4 Tabela 2-6 – Dados de transformadores de carga

Nesta tabela, não será solicitada a representação dos transformadores de carga enumerados da barra 15 em diante, conforme consta na tabela original do TB 736. Aceita-se que a carga seja representada diretamente na barra de alta tensão, como feito nos dados enviados pela licitante.

A forma de entrada dos parâmetros elétricos no PSS/E é em pu, tendo como base de potência o valor de 100 MVA. Os dados em pu presentes na Tabela 2-6 tem como referência a base própria de cada transformador e, portanto, os valores devem ser ajustados. O licitante fez os cálculos de forma correta para todos os transformadores listados na Tabela 2-6 do TB 736, conforme pode ter observado na tabela abaixo. São observados desvios menores que 1%, referentes a arredondamento, que podem ser desconsiderados.

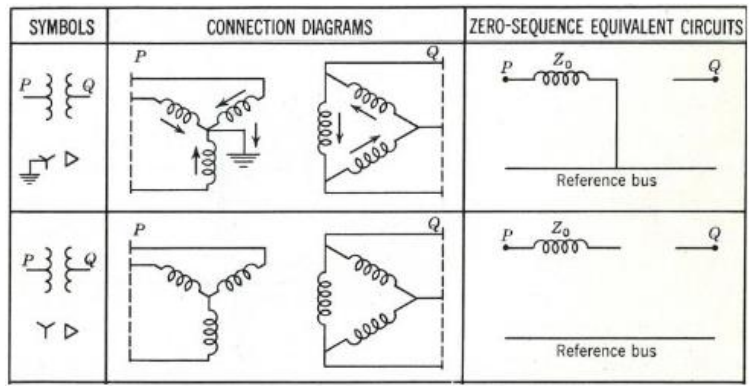
Technical Brochure - 736							Calculated Values (New Sbase - 100 MVA)				Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq										
From Bus	To Bus	R1 (pu)	X1 (pu)	Tap ratio	S (MVA)	U_1 (kV)	U_2 (kV)	R1(pu) Sbase=10 0MVA	X1(pu) Sbase=10 0MVA	R0(pu) Sbase=10 0MVA	X0(pu) Sbase=10 0MVA	Specified R (pu or watts)	Specified X (pu)	R01 (pu)	X01 (pu)	Wnd 1 Ratio (pu or kV)	Winding MVA Base	Wnd 1 Nominal kV	Wnd 2 Nominal kV	Vector Group	Connection Code
11	12	0,002	0,10	1,006	200	345	25	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	1,0060	200	345	25	Yd1	8 - Series path, ground each side
12	13	0,002	0,10	1,006	200	25	345	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	0,0010	0,0500	1,0000	200	25	345	Dy1	8 - Series path, ground each side

Diffs	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

No que se refere ao esquema de ligação dos transformadores, novamente foram verificadas inconsistências. Não obstante os parâmetros de sequência zero, há a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero. Verifica-se que a base de dados possui a possibilidade de introduzir essa informação em dois campos distintos, sem que haja consistência entre os mesmos. Tratam-se dos campos "Vector Group" e "Connection Code", ambos mostrados nas colunas finais da tabela acima.

Verificou-se que a informação que efetivamente é utilizada nos cálculos de curto-circuito consta internamente ao arquivo '.seq', no campo denominado *Connection Code (CC)*, e não no *Vector Group*. A informação de *Vector Group* nos arquivos fornecidos condiz com o esquema de ligação solicitado em edital, mas o próprio manual do software (DataFormat.pdf - Data Formats Reference Manual PSS®E 34.8.0) indica que a informação presente nesse campo é apenas informativa. Verificou-se que pode ser incluída uma informação que não condiz com a modelagem real do equipamento no software.

Constatou-se que a licitante modelou os transformadores Yd1 informados no TB com o código CC=8, que equivale a *Series path, ground each side*, ou seja, havendo a passagem série direta da sequência zero entre os enrolamentos primário e secundário. No entanto sabe-se pela teoria de modelagem de componentes simétricas que, para transformadores do tipo Yd1 ou mesmo para transformadores YNd1 com N aterrado, não pode haver tal passagem série conforme mostrado na figura a seguir.

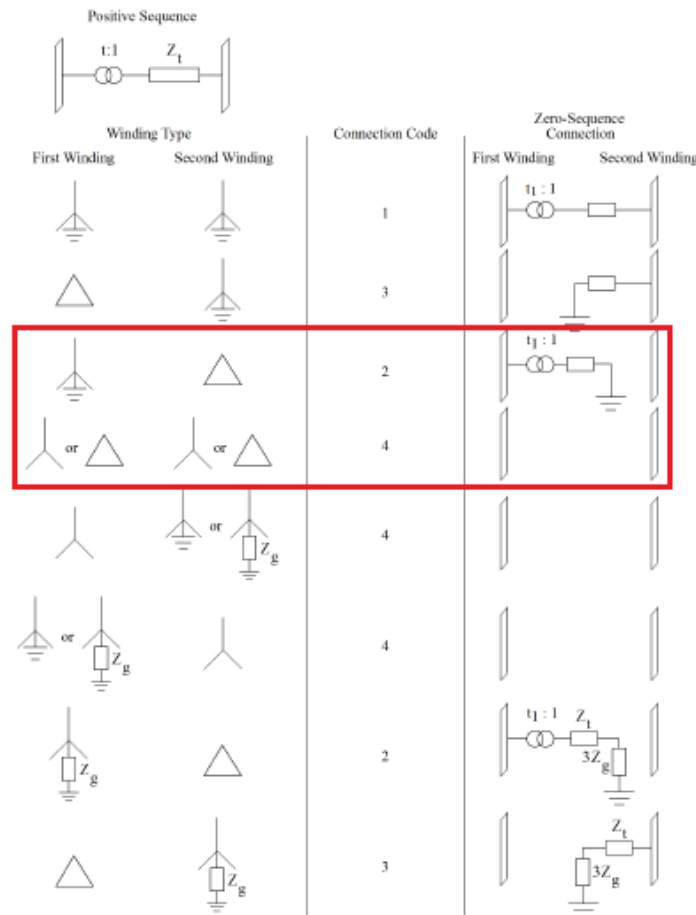


A rigor, admitindo-se a ligação Y no primeiro enrolamento e d (delta) no segundo enrolamento, a correta modelagem da sequência zero no PSS/E seria:

- Para o caso de transformadores Yd1, CC=4 (*no series or ground paths*);

- Para o caso de transformadores YNd1 com N aterrado, CC=2 (*no series path, ground path on Winding 1 side*).

A figura abaixo foi extraída do próprio manual do software PSS/E (PAGV1.pdf - Program Application Guide Volume 1 PSS®E 34.8.0) e mostra a aplicação de ambas ligações citadas anteriormente.



Assim como a análise anterior, item 3.3 (Dados de transformadores de geradores), a modelagem incorreta do circuito equivalente de sequência zero destes transformadores acarreta prejuízos para a realização do teste de conformidade, especialmente para os estudos de curto-circuito. Nesse sentido, não é possível atestar que todos os dados fornecidos na Tabela 2-6 estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.5 Tabela 2-7 – Dados de transformador da rede

Nesta tabela, são apresentados os dados de um transformador de três enrolamentos, com ligação Yyd1. Esse transformador, conforme solicitado no parecer EPE-DEE-NT-072/2020, foi modelado desta vez no local correto, correspondente ao conjunto "3-Winding", que foram exportados diretamente do PSS/E, tendo como base os arquivos enviados '.raw' e '.seq'.

A forma de entrada dos parâmetros elétricos no PSS/E é em pu, tendo como base de potência o valor de 100 MVA. Os dados em pu presentes na Tabela 2-7 tem como referência a base própria de cada transformador e, portanto, os valores devem ser ajustados. O licitante fez os cálculos de forma correta para a maioria dos parâmetros do transformador presente Tabela 2-7 do TB 736, conforme pode ter observado na tabela abaixo.

Technical Brochure - 736													Calculated Values (New Shase - 100 MVA)											
From Bus	To Bus	R ₁₂	R ₁₃	R ₂₃	X ₁₂	X ₁₃	X ₂₃	Tap	S	U ₁	U ₂	U ₃	R ₁₂	R ₁₃	R ₂₃	X ₁₂	X ₁₃	X ₂₃	R ₀₁	R ₀₂	R ₀₃	X ₀₁	X ₀₂	X ₀₃
19	20	0,0022	0,0058	0,0058	0,193	0,292	0,1	1,06	1400	345	300	12,5	0,000157	0,000414	0,000414	0,013786	0,020857	0,007143	0,000157	0,000414	0,000414	0,013786	0,020857	0,007143
"Y equivalent" zero sequence parameters																								
			R01	R02	R03	X01	X02	X03																
			0,000079	0,000079	0,000336	0,013750	0,000036	0,007107																

Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq																		
W1-2 R (pu or watts)	W3-1 R (pu or watts)	W2-3 R (pu or watts)	W1-2 X (pu)	W3-1 X (pu)	W2-3 X (pu)	R01 (pu)	R02 (pu)	R03 (pu)	X01 (pu)	X02 (pu)	X03 (pu)	Nominal (kV)	Nominal (kV)	Nominal (kV)	Winding 1-2 MVA	Ratio (pu or kV)	Vector Group	Connection Code
0,0001570	0,0004140	0,0004140	0,0137860	0,0208570	0,0071430	0,0001600	0,0000000	0,0000000	0,0137900	0,0001000	0,0001000	345,0	300,0	12,5	1400	1,06	Y0yd1	4 (3-3-3)

DIFFs	0,09%	0,07%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	-103,64%	100,00%	100,00%	-0,29%	-180,00%	98,59%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

No entanto, foram observados alguns desvios quanto aos parâmetros de sequência zero, que possuem algumas particularidades quanto à forma de entrada dos dados. Segundo o manual do software (DataFormat.pdf - Data Formats Reference Manual PSS®E 34.8.0), os dados de sequência zero, R01, X01, R02, X02, R03, X03 devem ser apresentados da seguinte maneira:

- *Three winding transformers and connection codes CC=11 and higher: Z01 is equal to the transformer's winding 1 to winding 2 zero sequence impedance. Z01 is equal to the transformer's winding 1 to winding 2 positive sequence impedance by default.*
- *For three winding transformers and connection codes CC=1 through 9 and User Code: Z01 is equal to the transformer's winding 1 star-circuit equivalent zero sequence impedance. is equal to the transformer's winding 1 star-circuit equivalent positive sequence impedance by default.*

Desta forma, como o transformador é do tipo YYd1, a representação se encaixa no segundo caso, em que os parâmetros elétricos fornecidos entre terminais devem ser utilizados segundo equações abaixo para se obterem os parâmetros "Y equivalente", a serem inseridos na base de dados do programa.

$$Z1 = (1/2) * [Z1-2 + Z3-1 - Z2-3] \text{ (Ohm or pu)}$$

$$Z2 = (1/2) * [Z1-2 + Z2-3 - Z3-1] \text{ (Ohm or pu)}$$

$$Z3 = (1/2) * [Z2-3 + Z3-1 - Z1-2] \text{ (Ohm or pu)}$$

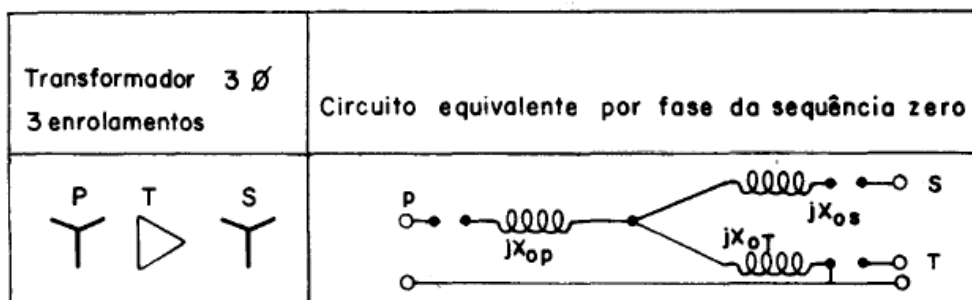
Com isso, de acordo com a tabela comparativa acima, percebe-se que a licitante não forneceu esses dados da maneira correta, não sendo compatíveis com os dados indicados em edital após as manipulações algébricas pertinentes.

Não obstante esta questão dos parâmetros de sequência zero, há novamente a necessidade de verificar como é realizada a conexão destas impedâncias no circuito equivalente de sequência zero donde esta informação consta internamente ao arquivo '.seq', em um campo denominado *Connection Code (CC)*.

Para o caso de transformadores de três enrolamentos, a modelagem no PSS/E pode se dar de duas maneiras, ou por uma definição da ligação para cada enrolamento até a barra fictícia ou por uma definição global que intrinsecamente refere-se a uma configuração pré-estabelecida dos três enrolamentos.

Constatou-se que a licitante modelou os transformadores Yyd1 informados no TB com o CC=4 (3-3-3), que equivale a *no series paths, ground paths from all three windings at the star point bus*, ou seja, não havendo a passagem série direta da sequência zero entre os enrolamentos primário, secundário e terciário.

Sabe-se que, pela teoria de modelagem de componentes simétricas, se considerarmos que os neutros do transformador Yyd1 não são acessíveis e por consequência não poderiam ser conectados à terra, de fato não haverá a conexão série entre os enrolamentos e a barra fictícia para os enrolamentos primário e secundário. Para o enrolamento terciário teríamos a conexão da impedância de sequência zero para a terra conforme mostra a figura abaixo.



Desta forma, entende-se que, a rigor, embora a modelagem correta do transformador quanto à sua ligação deveria ser CC=4 (*no series or ground paths*) para o enrolamento primário, CC=4 (*no series or ground paths*) para o enrolamento secundário e CC=3 (*no series path, ground path on Winding 2 side*) para o enrolamento terciário, formando então a combinação 4-4-3, a adoção da combinação 3-3-3 feita

pele licitante não traz prejuízo matemático à rede de sequência zero do equipamento, dado que não haverá em si a circulação de corrente neste circuito de sequência zero.

Em razão dessas inconsistências, não é possível atestar que todos os dados fornecidos na Tabela 2-7 estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.6 Item 2.1.3 – Dados de Capacitor Shunt

Observou-se que foi modelado o capacitor shunt fixo da barra 24, no valor nominal de 92 Mvar. Aqui note-se que a licitante representou corretamente o elemento nos dados de "Fixed Shunt" dentro do arquivo '.raw'.

Technical Brochure - 736		Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq	
Bus	Shunt Reactive Power (Mvar)	Bus Number	B-Shunt (Mvar)
24	92	24	92
Differences		0,00%	0,00%

No que tange à modelagem dos parâmetros de sequência zero, como não há a menção explícita no TB e no Edital sobre o tipo de ligação/fechamento do elemento (estrela, estrela aterrada ou delta), caberia à licitante escolher qualquer opção. Nota-se que, como no arquivo '.seq' não há qualquer modelagem para este elemento, a licitante optou por desconsiderar qualquer conexão à terra.

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.7 Tabela 2-8 – Dados de Geradores

Nesta tabela são apresentados os parâmetros das máquinas síncronas referente aos 10 geradores do sistema teste.

Com base aos arquivos '.raw', '.seq' e '.dyr' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela Siemens. Destaca-se:

- Cor verde se referem aos parâmetros modelados corretamente;
- Cor azul se referem à parâmetros que a licitante incluiu ou alterou em relação aos dados informados no TB. A inclusão se refere aos parâmetros do período subtransitório dos geradores ($T''d0$ (s) .dyr, $T''q0$ (s) .dyr, $X''d$ (pu) .raw/.seq, $X''d$ (pu) .dyr) onde a licitante justifica que o modelo de máquina síncrona comumente utilizado no mercado e implementado no PSS/E é de sexta ordem e, portanto, seriam dados necessários para as simulações. A licitante também menciona que tais parâmetros do período subtransitório foram estimados utilizando valores

típicos de máquinas com capacidade (MVA) compatíveis com aquelas informadas no TB. Adicionalmente, a licitante justifica a correção de dois parâmetros para o gerador 30 (X'q (pu) .dyr e T'q0 (s) .dyr) donde, para máquinas do tipo *wound rotor* normalmente o parâmetro X'd (pu) > X'q (pu) e também que T'q0 (s) > 0. Desta forma, tanto as inclusões quanto as alterações são aceitáveis uma vez que não prejudicam o teste de conformidade.

- Cor vermelha se refere ao parâmetro Xd (pu) .raw/.seq ligeiramente diferente do parâmetro Xd (pu) do TB. Para este caso em particular, a diferença está na terceira casa decimal o que ocasiona um desvio de 0,23%, o que é considerado muito pequeno e consequentemente não prejudica o teste de conformidade sendo, portanto, aceitável.

Barra	S [MVA]	CIGRÉ TB/Edital											PSS/E-.RAW/SEQ/.DYR																	
		X0 (pu)	X1 (pu)	Xd (pu)	Xq (pu)	X'd (pu)	X'q (pu)	T'd0 (s)	T'q0 (s)	H (s)	X2 (pu)	Xterra (pu)	S [MVA]	X0 (pu)	X1 (pu)	Xd (pu)	Xq (pu)	X'd (pu)	X'q (pu)	T'd0 (s)	T'q0 (s)	H (s)	X2 (pu)	Xterra (pu)	T'd0 (s)	T'q0 (s)	X'd (pu)	X'q (pu)		
		.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW	.RAW
30	1000	0,125	0,125	1,000	0,690	0,310	0,080	10,20	0,00	4,20	0,310	0,000	1000	0,125	0,125	1,000	1,000	0,690	0,310	0,080	10,20	1,50	4,20	0,310	0,000	0,050	0,035	0,205	0,205	
31	1000	0,350	0,350	2,950	2,820	0,697	1,700	6,56	1,50	3,03	0,697	0,000	1000	0,350	0,350	2,950	2,950	2,820	0,697	1,700	6,56	1,50	3,03	0,697	0,000	0,050	0,035	0,350	0,460	
32	1000	0,304	0,304	2,495	2,370	0,531	0,876	5,70	1,50	3,58	0,531	0,000	1000	0,304	0,304	2,495	2,495	2,370	0,531	0,876	5,70	1,50	3,58	0,531	0,000	0,050	0,035	0,350	0,350	
33	1000	0,295	0,295	2,620	2,580	0,436	1,660	5,69	1,50	2,86	0,436	0,000	1000	0,295	0,295	2,620	2,580	0,436	0,436	1,660	5,69	1,50	2,86	0,436	0,000	0,050	0,035	0,347	0,347	
34	600	0,324	0,324	4,000	3,700	0,792	1,000	5,40	0,44	4,33	0,792	0,000	600	0,324	0,324	4,000	4,000	3,700	0,792	1,000	5,40	0,44	4,33	0,792	0,000	0,050	0,035	0,381	0,381	
35	1000	0,224	0,224	2,540	2,410	0,500	0,814	7,30	0,40	3,48	0,500	0,000	1000	0,224	0,224	2,540	2,540	2,410	0,500	0,814	7,30	0,40	3,48	0,500	0,000	0,050	0,035	0,320	0,320	
36	1000	0,322	0,322	2,950	2,920	0,490	1,860	5,66	1,50	2,64	0,490	0,000	1000	0,322	0,322	2,950	2,950	2,920	0,490	1,860	5,66	1,50	2,64	0,490	0,000	0,050	0,035	0,379	0,379	
37	1000	0,280	0,280	2,900	2,800	0,570	0,911	6,70	0,41	2,43	0,570	0,000	1000	0,280	0,280	2,900	2,900	2,800	0,570	0,911	6,70	0,41	2,43	0,570	0,000	0,050	0,035	0,315	0,315	
38	1000	0,298	0,298	2,106	2,050	0,587	4,79	1,96	3,45	0,570	0,000	1000	0,298	0,298	2,106	2,106	2,050	0,570	0,587	4,79	1,96	3,45	0,570	0,000	0,050	0,035	0,450	0,450		
39	10000	0,300	0,300	2,000	1,900	0,600	0,800	7,00	0,70	5,00	0,600	0,000	10000	0,300	0,300	2,000	2,000	1,900	0,600	0,600	0,800	7,00	0,70	5,00	0,600	0,000	0,050	0,035	0,400	0,400

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.8 Tabela 2-9 – Dados Regulador de Tensão

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos reguladores de tensão referente aos 10 geradores do sistema teste.

Com base ao arquivo '.dyr' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela Siemens. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros estão modelados corretamente.

Barra	Modelo	CIGRÉ TB/Edital											PSS/E-.DYR											
		Time constant TB (s)	Time constant TC (s)	Gain KF (pu)	Time constant TF (s)	Gain KA (pu)	Time constant TA (s)	Rectifier loading factor KC (pu)	Maximum regulator input VIMAX (pu)	Minimum regulator input VIMIN (pu)	Maximum regulator output VIMAX (pu)	Minimum regulator output VIMIN (pu)	Modelo	Time constant TB (s)	Time constant TC (s)	Gain KF (pu)	Time constant TF (s)	Gain KA (pu)	Time constant TA (s)	Rectifier loading factor KC (pu)	Maximum regulator input VIMAX (pu)	Minimum regulator input VIMIN (pu)	Maximum regulator output VIMAX (pu)	Minimum regulator output VIMIN (pu)
30	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
31	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
32	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
33	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
34	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
35	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
36	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
37	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
38	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0
39	IEEE ST1A	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0	EXST1	10,000	1,000	0	1,000	200	0,015	0	0,1	-0,1	5,0	-5,0

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.9 Tabela 2-10 – Dados Regulador de Velocidade

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos reguladores de velocidade referentes aos 10 geradores do sistema teste.

Com base no arquivo '.dyr' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela Siemens. Destaca-se que, em cor verde, foi possível identificar que todos os parâmetros estão modelados corretamente.

CIGRÉ TB/Edital																				
Barra	Modelo	Gain K (pu)	Lag time constant T1 (s)	Lead time constant T2 (s)	Time constant T3 (s)	Maximum opening velocity Uo (pu/s)	Maximum closing velocity Uc (pu/s)	Maximum valve opening Pmax (pu)	Maximum valve opening Pmin (pu)	Time constant T4 (s)	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T7 (s)	HP power fraction K1 (pu)	HP power fraction K3 (pu)	HP power fraction K5 (pu)	HP power fraction K7 (pu)	HP power fraction K2 (pu)	HP power fraction K4 (pu)	HP power fraction K6 (pu)
30	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
31	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
32	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
33	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
34	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
35	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
36	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
37	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
38	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
39	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0

PSS/E_DYR																				
Barra	Modelo	Gain K (pu)	Lag time constant T1 (s)	Lead time constant T2 (s)	Time constant T3 (s)	Maximum opening velocity Uo (pu/s)	Maximum closing velocity Uc (pu/s)	Maximum valve opening Pmax (pu)	Maximum valve opening Pmin (pu)	Time constant T4 (s)	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T7 (s)	HP power fraction K1 (pu)	HP power fraction K3 (pu)	HP power fraction K5 (pu)	HP power fraction K7 (pu)	HP power fraction K2 (pu)	HP power fraction K4 (pu)	HP power fraction K6 (pu)
30	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
31	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
32	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
33	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
34	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
35	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
36	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
37	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
38	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
39	IEEEG1	20	0	0	0,075	0,6786	-1	0,9	0,0	0,3	10,0	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.10 Tabela 2-11 – Dados de PSS

Nesta tabela são apresentados os parâmetros dos controles dos *Power System Stabilizers* referentes aos 10 geradores do sistema teste.

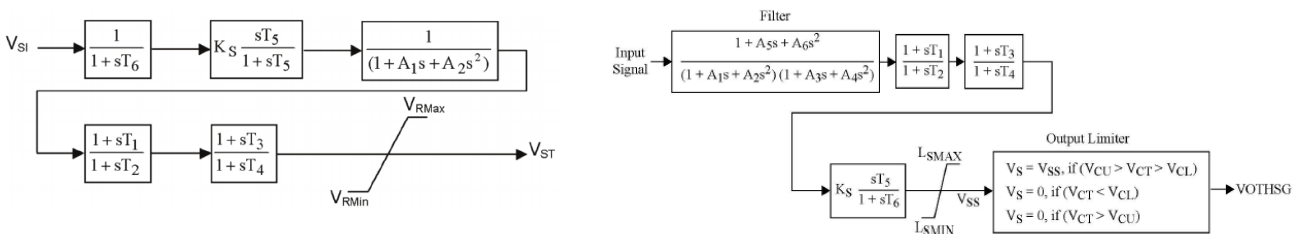
Com base ao arquivo '.dyr' foi possível estabelecer uma comparação entre os dados constantes no TB 736 do Cigré e os dados modelados pela Siemens. Destaca-se:

- Cor verde se referem aos parâmetros modelados corretamente;
- Cor azul se refere à um parâmetro que não existe no modelo IEEEEST do PSS/E contudo que não compromete a comparação com o modelo IEEE PSS1A.

CIGRÉ TB/Edital													
Barra	Modelo	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T6* (s) T5=T6*	Gain Ks (pu)	Filter constant A1 (s)	Filter constant A2 (s)	Lead time constant T1 (s)	Lead time constant T3 (s)	Lag time constant T2 (s)	Lag time constant T4 (s)	Max output voltage VSTMAX (pu)	Min output voltage VSTMIN (pu)
30	IEEE PSS1A	10	0	10	1,0	0	0	1,00	3,00	0,05	0,50	0,2	-0,2
31	IEEE PSS1A	10	0	10	0,5	0	0	5,00	1,00	0,40	0,10	0,2	-0,2
32	IEEE PSS1A	10	0	10	0,5	0	0	3,00	2,00	0,20	0,20	0,2	-0,2
33	IEEE PSS1A	10	0	10	2,0	0	0	1,00	1,00	0,10	0,30	0,2	-0,2
34	IEEE PSS1A	10	0	10	1,0	0	0	1,50	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
35	IEEE PSS1A	10	0	10	4,0	0	0	0,50	0,50	0,10	0,05	0,2	-0,2
36	IEEE PSS1A	10	0	10	7,5	0	0	0,20	0,50	0,02	0,10	0,2	-0,2
37	IEEE PSS1A	10	0	10	2,0	0	0	1,00	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
38	IEEE PSS1A	10	0	10	2,0	0	0	1,00	2,00	0,50	0,10	0,2	-0,2
39	IEEE PSS1A	10	0	10	1,0	0	0	5,00	3,00	0,60	0,50	0,2	-0,2

PSS/E .D.YR													
Barra	Modelo	Time constant T5 (s)	Time constant T6 (s)	Time constant T6* (s)	Gain Ks (pu)	Filter constant A1 (s)	Filter constant A2 (s)	Lead time constant T1 (s)	Lead time constant T3 (s)	Lag time constant T2 (s)	Lag time constant T4 (s)	Max output voltage VSTMAX (pu)	Min output voltage VSTMIN (pu)
30	IEEEEST	10	N/A	10	1,0	0	0	1,00	3,00	0,05	0,50	0,2	-0,2
31	IEEEEST	10	N/A	10	0,5	0	0	5,00	1,00	0,40	0,10	0,2	-0,2
32	IEEEEST	10	N/A	10	0,5	0	0	3,00	2,00	0,20	0,20	0,2	-0,2
33	IEEEEST	10	N/A	10	2,0	0	0	1,00	1,00	0,10	0,30	0,2	-0,2
34	IEEEEST	10	N/A	10	1,0	0	0	1,50	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
35	IEEEEST	10	N/A	10	4,0	0	0	0,50	0,50	0,10	0,05	0,2	-0,2
36	IEEEEST	10	N/A	10	7,5	0	0	0,20	0,50	0,02	0,10	0,2	-0,2
37	IEEEEST	10	N/A	10	2,0	0	0	1,00	1,00	0,20	0,10	0,2	-0,2
38	IEEEEST	10	N/A	10	2,0	0	0	1,00	2,00	0,50	0,10	0,2	-0,2
39	IEEEEST	10	N/A	10	1,0	0	0	5,00	3,00	0,60	0,50	0,2	-0,2

No que tange os modelos, convém destacar que a referência do TB 736 é o controle IEEE PSS1A demonstrado na figura abaixo à esquerda e o controle IEEEEST PSS/E é mostrado na figura abaixo à direita.



Apesar da sutil diferença entre os modelos IEEE PSS1A e IEEE PSS/E, os parâmetros utilizados na modelagem da licitante são perfeitamente compatíveis com aqueles constantes no TB e, conseqüentemente, não prejudica o teste de conformidade sendo, portanto, aceitáveis.

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.11 Tabela 2-12 – Dados de carga

As cargas do sistema teste foram corretamente representadas no PSS/E. As unidades utilizadas foram as usuais para esta variável em programas para análise de fluxo de potência de sistemas elétricos, ou seja, MW para carga ativa e Mvar para carga reativa.

Technical Brochure - 736			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 03	322,00	2,4
4	BUS 04	500,00	184,0
7	BUS 07	233,80	84,0
8	BUS 08	522,00	176,0
12	BUS 12	7,50	88,0
15	BUS 15	320,00	153,0
16	BUS 16	329,00	32,3
18	BUS 18	158,00	30,0
20	BUS 20	628,00	103,0
21	BUS 21	274,00	115,0
23	BUS 23	247,50	84,6
24	BUS 24	308,60	0,0
25	BUS 25	224,00	47,2
26	BUS 26	139,00	17,0
27	BUS 27	281,00	75,5
28	BUS 28	206,00	27,6
29	BUS 29	283,50	26,9
31	BUS 31	9,20	4,6
39	BUS 39	1104,00	250,0

Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 03	322,00	2,4
4	BUS 04	500,00	184,0
7	BUS 07	233,80	84,0
8	BUS 08	522,00	176,0
12	BUS 12	7,50	88,0
15	BUS 15	320,00	153,0
16	BUS 16	329,00	32,3
18	BUS 18	158,00	30,0
20	BUS 20	628,00	103,0
21	BUS 21	274,00	115,0
23	BUS 23	247,50	84,6
24	BUS 24	308,60	0,0
25	BUS 25	224,00	47,2
26	BUS 26	139,00	17,0
27	BUS 27	281,00	75,5
28	BUS 28	206,00	27,6
29	BUS 29	283,50	26,9
31	BUS 31	9,20	4,6
39	BUS 39	1104,00	250,0

Differences			
Bus Number	Bus Name	Pload (MW)	Qload (Mvar)
3	BUS 01	100,0%	100,0%
4	BUS 02	100,0%	100,0%
7	BUS 03	100,0%	100,0%
8	BUS 04	100,0%	100,0%
12	BUS 05	100,0%	100,0%
15	BUS 06	100,0%	100,0%
16	BUS 07	100,0%	100,0%
18	BUS 08	100,0%	100,0%
20	BUS 09	100,0%	100,0%
21	BUS 10	100,0%	100,0%
23	BUS 11	100,0%	100,0%
24	BUS 12	100,0%	#DIV/0!
25	BUS 13	100,0%	100,0%
26	BUS 14	100,0%	100,0%
27	BUS 15	100,0%	100,0%
28	BUS 16	100,0%	100,0%
29	BUS 17	100,0%	100,0%
31	BUS 18	100,0%	100,0%
39	BUS 19	100,0%	100,0%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.12 Tabela 2-13 – Solução do fluxo de potência do sistema teste

A tabela abaixo apresenta de forma comparativa a solução do fluxo de potência de referência do TB do Cigré com a solução encontrada pelo PSS/E. São evidenciados os valores de tensão (pu) e ângulos (graus) nas barras em cada uma das referências. Verifica-se que os desvios identificados na primeira versão foram significativamente reduzidos, estando valores aceitáveis na versão atual da base de dados.

Technical Brochure - 736			
Bus Number	Bus Name	Voltage (pu)	Angle (deg)
1	BUS 01	1,05	-9,8
2	BUS 02	1,04	-7,0
3	BUS 03	1,03	-11,8
4	BUS 04	0,98	-10,9
5	BUS 05	0,99	-9,6
6	BUS 06	0,99	-8,9
7	BUS 07	0,97	-11,5
8	BUS 08	0,97	-12,0
9	BUS 09	1,02	-12,0
10	BUS 10	1,00	-6,3
11	BUS 11	1,00	-7,2
12	BUS 12	0,97	-37,2
13	BUS 13	1,00	-7,1
14	BUS 14	0,99	-8,8
15	BUS 15	1,00	-9,2
16	BUS 16	1,02	-7,6
17	BUS 17	1,02	-8,7
18	BUS 18	1,01	-9,7
19	BUS 19	1,04	-2,4
20	BUS 20	0,98	-3,5
21	BUS 21	1,02	-5,1
22	BUS 22	1,04	-0,7
23	BUS 23	1,04	-0,8
24	BUS 24	1,02	-7,5
25	BUS 25	1,04	-5,9
26	BUS 26	1,04	-7,0
27	BUS 27	1,02	-9,0
28	BUS 28	1,04	-3,4
29	BUS 29	1,04	-0,6
30	BUS 30	1,04	-34,6
31	BUS 31	0,98	-30,0
32	BUS 32	0,98	-28,3
33	BUS 33	1,00	-27,2
34	BUS 34	1,01	-28,1
35	BUS 35	1,05	-25,7
36	BUS 36	1,06	-23,0
37	BUS 37	1,03	-29,1
38	BUS 38	1,03	-23,5
39	BUS 39	1,03	-41,8

Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seq			
Bus Number	Bus Name	Voltage (pu)	Angle (deg)
1	BUS 01	1,05	-8,5
2	BUS 02	1,05	-5,7
3	BUS 03	1,03	-8,7
4	BUS 04	1,00	-9,8
5	BUS 05	1,00	-8,7
6	BUS 06	1,00	-8,0
7	BUS 07	0,99	-10,5
8	BUS 08	0,99	-11,0
9	BUS 09	1,03	-10,8
10	BUS 10	1,01	-5,4
11	BUS 11	1,01	-6,3
12	BUS 12	0,98	-6,3
13	BUS 13	1,01	-6,1
14	BUS 14	1,01	-7,7
15	BUS 15	1,01	-7,9
16	BUS 16	1,03	-6,3
17	BUS 17	1,03	-7,4
18	BUS 18	1,03	-8,3
19	BUS 19	1,05	-1,2
20	BUS 20	0,99	-2,2
21	BUS 21	1,03	-3,9
22	BUS 22	1,05	0,6
23	BUS 23	1,04	0,4
24	BUS 24	1,04	-6,2
25	BUS 25	1,05	-4,6
26	BUS 26	1,05	-5,7
27	BUS 27	1,04	-7,6
28	BUS 28	1,05	-2,1
29	BUS 29	1,05	0,7
30	BUS 30	1,04	-3,3
31	BUS 31	0,98	0,0
32	BUS 32	0,98	2,6
33	BUS 33	1,00	4,0
34	BUS 34	1,01	3,2
35	BUS 35	1,05	5,5
36	BUS 36	1,06	8,2
37	BUS 37	1,03	2,2
38	BUS 38	1,03	7,7
39	BUS 39	1,03	-10,5

Differences		
Bus Number	Bus Name	Voltage (%)
1	BUS 01	100,0%
2	BUS 02	101,0%
3	BUS 03	100,0%
4	BUS 04	102,0%
5	BUS 05	101,2%
6	BUS 06	101,4%
7	BUS 07	102,1%
8	BUS 08	102,0%
9	BUS 09	100,8%
10	BUS 10	101,3%
11	BUS 11	100,9%
12	BUS 12	101,2%
13	BUS 13	101,1%
14	BUS 14	101,9%
15	BUS 15	101,3%
16	BUS 16	101,1%
17	BUS 17	101,3%
18	BUS 18	102,0%
19	BUS 19	101,0%
20	BUS 20	101,1%
21	BUS 21	101,1%
22	BUS 22	100,8%
23	BUS 23	100,4%
24	BUS 24	101,7%
25	BUS 25	101,0%
26	BUS 26	101,0%
27	BUS 27	101,7%
28	BUS 28	101,1%
29	BUS 29	101,1%
30	BUS 30	100,0%
31	BUS 31	100,0%
32	BUS 32	100,0%
33	BUS 33	100,0%
34	BUS 34	100,0%
35	BUS 35	100,0%
36	BUS 36	100,0%
37	BUS 37	100,0%
38	BUS 38	100,0%
39	BUS 39	100,0%

Applied rules

Voltage

98%<value<102%

> 102% or < 98%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.13 Tabela 8 Edital – Anexo I – Roteiro para Testes de Conformidade – Dados dos geradores do sistema de referência

Nesta tabela foram fornecidos dados suplementares de geradores do sistema para complementar os dados presentes no TB do Cigré. Identifica-se que estes dados foram fielmente representados no PSS/E, como pode ser observado na tabela abaixo. O desvio de 0,36 MW observado na geração da barra de referência (31) é considerado aceitável, uma vez que a alocação de um novo capacitor na barra 24 em relação ao primeiro conjunto de arquivos enviado, além das pequenas alterações de parâmetros das linhas de transmissão na sequencia positiva, podem ter contribuído para a modificação das perdas do sistema em questão.

Bidding notice							Siemens PSS/E exported data - from .raw and .seg							Differences						
Generator Number	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)	Generator Number	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)	Generator Number	Generator type	PGen (MW)	PMax (MW)	PMin (MW)	QMax (Mvar)	QMin (Mvar)
30	PV	250,00	250,0	200	134,1	-75	30	PV	250,00	250,0	200	134,1	-75	30	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
31	VE (slack)	524,10	600,0	250	297,9	-157,23	31	VE (slack)	523,74	600,0	250	297,9	-157,23	31	VE (slack)	99,93%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
32	PV	650,00	700,0	600	297	-195	32	PV	650,00	700,0	600	297	-195	32	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
33	PV	632,00	650,0	600	252,8	-189,6	33	PV	632,00	650,0	600	252,8	-189,6	33	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
34	PV	508,00	550,0	450	233,7	-152,4	34	PV	508,00	550,0	450	233,7	-152,4	34	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
35	PV	650,00	650,0	600	319,1	-195	35	PV	650,00	650,0	600	319,1	-195	35	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
36	PV	560,00	600,0	560	224	-168	36	PV	560,00	600,0	560	224	-168	36	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
37	PV	540,00	550,0	500	216	-162	37	PV	540,00	550,0	500	216	-162	37	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
38	PV	830,00	840,0	800	332	-249	38	PV	830,00	840,0	800	332	-249	38	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
39	PV	1000,00	1200,0	500	400	-300	39	PV	1000,00	1200,0	500	400	-300	39	PV	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Atesta-se, desta maneira, que os dados presentes neste item estão em conformidade com os dados de referência do Edital.

3.14 Análise dos Dados para Co-Simulação

O primeiro parecer de integridade dos dados emitido na nota técnica NT-072/2020-rev0, identificou divergências de modelagem entre o sistema proposto e o sistema recebido. O sistema recebido foi criado por meio do programa ETRAN que utiliza como fonte de dados arquivos do PSS/E e bibliotecas de substituição de dados criados no próprio ambiente PSCAD.

Essa primeira modelagem de dados veio acompanhada de um arquivo com várias observações. Entre elas, a justificativa técnica da não modelagem das linhas de transmissão pelo modelo dependente da frequência. Assim, considerando todos os pontos apontados pela Siemens, foram solicitadas 3 alterações:

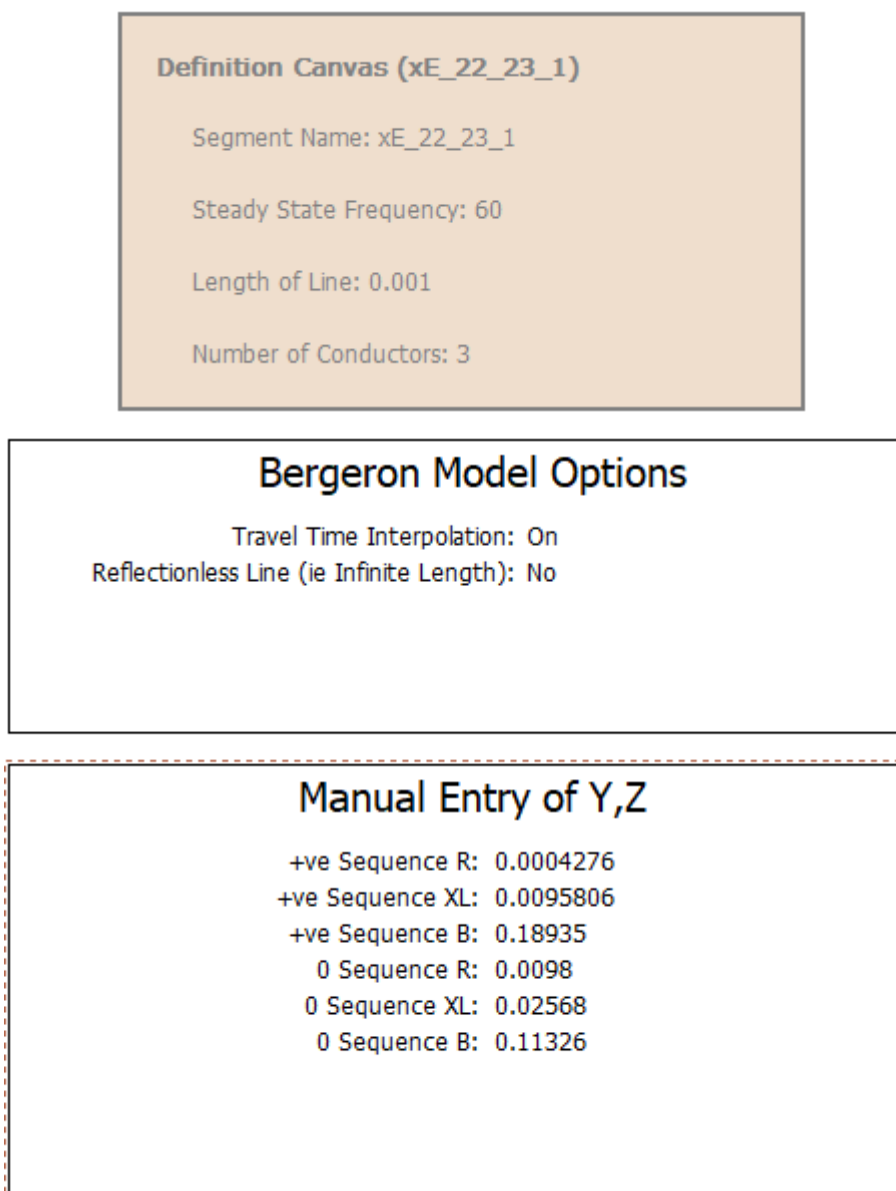
1. Modelagem das sequências positiva/negativa e zero das linhas de transmissão por comprimento (em quilômetros, no caso desse teste) considerando o modelo em parâmetros distribuídos Bergeron conforme Tabela 2.3 do TB;
2. Modelagem dos transformadores do sistema com a ligação correta Yd1 indicada no TB conforme tabela 2.5;
3. Modelagem da "air core impedance" e knee voltage dos transformadores conforme item 2.1.2 do TB;

3.14.1 Modelagem das Linhas de Transmissão

Em relação a esse tema, solicitou-se que a modelagem de linhas de transmissão estabelecida na região que envolve simulações de transitórios eletromagnéticos (PSCAD) tivesse sido efetuada considerando valores de resistência, reatância e susceptância de sequências positiva e zero das linhas de transmissão por comprimento (em quilômetros, no caso desse teste), conforme Tabela 2.3 do TB. Foi considerado o pleito da Siemens em flexibilizar a modelagem de linha de transmissão de parâmetros dependentes da frequência (considerando geometria das torres de transmissão do TB) para modelo em parâmetros distribuídos do tipo Bergeron.

Por outro lado, os parâmetros de todas as linhas de transmissão constantes na rede do lado do PSCAD, estabelecidos na simulação no domínio do tempo, foram gerados automaticamente por meio dos arquivos do PSS/E, embora modeladas com o modelo Bergeron. Ou seja, não foram observadas diferenças entre os parâmetros do PSSE e do PSCAD, considerando os valores em pu/m. Isso significa que, na prática, embora o modelo de linha de transmissão considerado possa utilizar uma modelagem de parâmetros distribuídos Bergeron, o fato de não ter sido estabelecido o valor unitário por comprimento a partir da tabela 2-3 e/ou a geometria associada às linhas de transmissão conforme TB, não é possível considerar que os dados utilizados sejam adequados a uma simulação plena, ou mais acurada, no domínio de transitórios eletromagnéticos, os quais necessitam capturar os fenômenos à luz da teoria de ondas trafegantes nas linhas de transmissão.

Abaixo é apresentada a visão geral da modelagem das linhas no ambiente PSCAD.

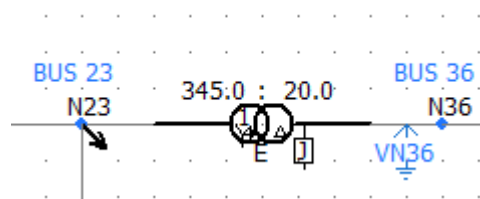
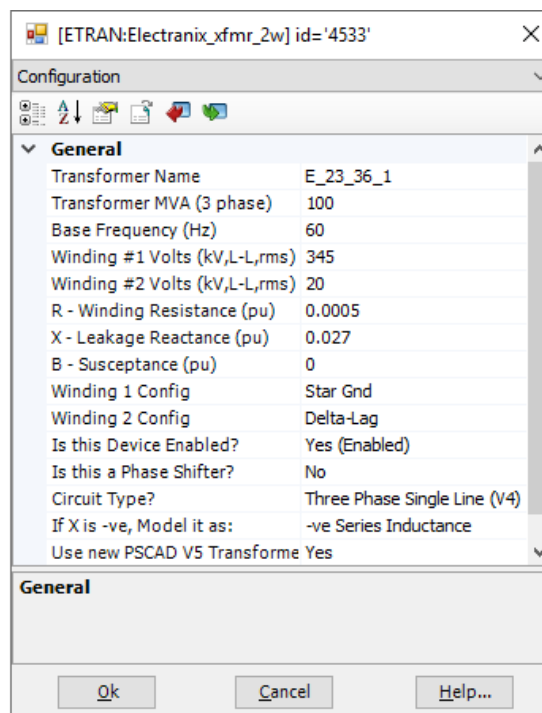


Como pode ser observado, embora as linhas tenham os mesmos parâmetros de sequência positiva e zero no PSCAD e PSS/E, na prática, ainda são modeladas da mesma forma que veio do PSS/E”, contendo 1 metro de comprimento. Essa modelagem é insuficiente para diversos estudos realizados no ambiente EMT a serem realizados pela EPE, porque os dados do ambiente do PSS/E não consideram a condutância da susceptância shunt do ramo capacitivo (shunt) das linhas de transmissão e podem conter hipoteticamente erros de correção hiperbólica, o que não ocorreria com uma modelagem mais acurada, por exemplo, que considerasse a geometria das torres de transmissão para o referido teste de conformidade e/ou os parâmetros unitários (por meio de conta reversa).

Assim, entende-se que o primeiro pleito da EPE da modelagem das linhas de transmissão para estudos que envolvem EMT não foi plenamente atendido.

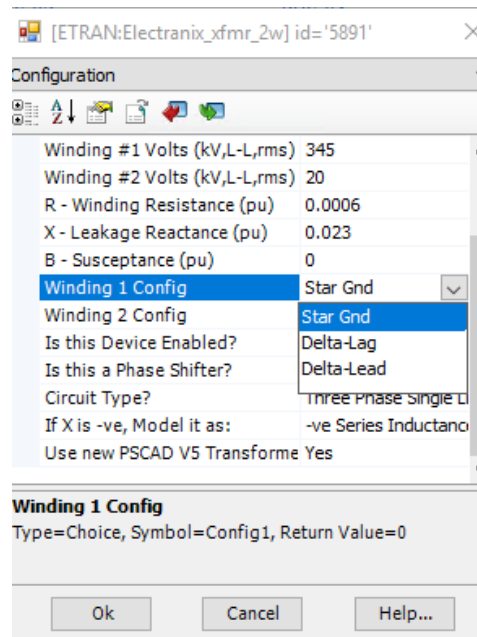
3.14.2 Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores

O novo conjunto de dados enviado modelou todos os transformadores do sistema com o mesmo esquema de ligação conforme apresentado nas figuras a seguir.



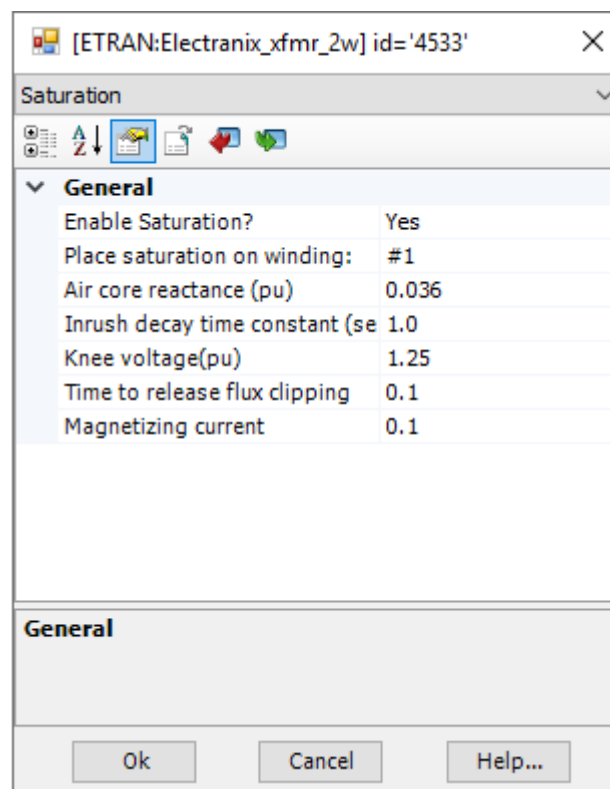
Como pode ser observado, o esquema de ligação dos transformadores foi o YNd1 embora tenha sido pedido na tabela 2.5 a modelagem Yd1. Aparentemente, o software ETRAN não permite a modelagem da

ligação Y não aterrado entre as opções de conexão, conforme figura abaixo. Sendo assim, o segundo pleito da EPE também não foi atendido.



3.14.3 Modelagem da correta "air core impedance" e knee voltage

A terceira alteração solicitada para a proponente foi a modelagem da reatância do ar e tensão de joelho dos transformadores conforme item 2.1.2 do TB. Todos os elementos foram modelados da seguinte forma.



Como pode ser observado, a modelagem dos transformadores foi da *air core resistance* de 0,36 pu na base própria e *knee voltage* de 1,25 pu. Esses dados estão em conformidade com o item 2.1.2 do TB. Assim, esse item foi considerado atendido.

3.14.4 Integração de Base de Dados

Além dos três pontos mencionados anteriormente, verificou-se que a base de dados integrada presente no programa PSS/E não possui as seguintes informações necessárias para a execução do módulo de co-simulação:

- Informações de parâmetros de linha dependente da frequência
- Informações de parâmetros de linha distribuídos
- Dados de geometria de torre
- *Air core impedance* e *knee voltage*

Desta forma, esses dados devem ser mantidos em uma base e biblioteca à parte, não integrada ao PSS/E e, conseqüentemente, não integrado ao módulo "Model Management" da ferramenta. Desta forma, qualquer alteração topológica que venha a ser feita através do módulo "Model Management", como por exemplo um seccionamento de linha, recondutoramento de linha, etc, não alteraria de forma automática os parâmetros de linha dependentes da frequência e/ou distribuídos. Desta forma, o usuário seria obrigado a manter duas bases de dados e realizar a sua consistência de forma rotineira, sem qualquer suporte do módulo "Model Management". Evitar esse tipo de procedimento é, inclusive, um ponto apontado como justificativa para a contratação de um novo software por parte da EPE, conforme consta no item 3 do Anexo I do edital.

De fato, esse tipo de ocorrência viola o item 4.2 do Anexo I do Edital, que estabelece o seguinte:

"Esta especificação define conceitualmente as ferramentas computacionais como um software de "pacote integrado" com, no mínimo, os requisitos funcionais que se seguem. Os requisitos estão divididos entre aqueles que devem ser fornecidos de forma imediata e os que podem ser fornecidos a posteriori, segundo prazos da Tabela 6. A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam o quantitativo mínimo de licenças objeto da contratação, respectivamente, para os módulos a serem atendidos de forma imediata e os módulos que podem ser fornecidos a posteriori. (...)

*(...) "Pacote integrado" significa que todos os módulos devem comunicar-se de forma direta e transparente, **sem necessidade de intervenção do utilizador e/ou outro software, e que os módulos partilham uma base de dados comum.** Como exceção, apenas para o módulo*

"Conversão de dados de/para Anarede e Anafas (Cepel)" se faculta, por opção do fornecedor, a utilização de um módulo à parte não integrado à mesma plataforma dos demais módulos.

Não há prejuízo prático caso múltiplos requisitos sejam atendidos por um único módulo da ferramenta oferecida pela contratada. Similarmente, se permite que a totalidade das especificações de um determinado requisito seja atendida por mais de um módulo da ferramenta. Nas duas situações, todavia, permanece necessário o requisito já mencionado de integração entre os módulos. "

Desta forma, entende-se que o Módulo de Co-Simulação não atende ao requisito de base de dados única e gerenciamento conjunto dos dados, conforme solicitado em edital.

4 CONCLUSÃO

A presente Nota Técnica apresentou uma sequência de verificações e comparações acerca do segundo envio de arquivos de simulação do PSS/E. Conforme previsto no Edital do pregão eletrônico PE.EPE.010/2020, a empresa licitante Siemens Infraestrutura e Indústria Ltda teve oportunidade de retificar os dados enviados na primeira entrega, a fim de atender todos os requisitos técnicos do Edital. A EPE documentou no parecer EPE-DEE-NT-072/2020-rev0 os pontos que necessitavam de ajustes e adequações.

A tabela abaixo apresenta um resumo da análise do novo conjunto de dados enviado pela Siemens.

Itens da Nota Técnica		
Item	Descrição	Foi atendido? (S/N)
3.1	Dados de barra	S
3.2	Dados de linhas de transmissão	S
3.3	Dados de transformadores de geradores	N
3.4	Dados de transformadores de carga	N
3.5	Dados de transformador da rede	N
3.6	Dados de capacitor shunt	S
3.7	Dados de geradores	S
3.8	Dados regulador de tensão	S
3.9	Dados regulador de velocidade	S
3.10	Dados de PSS	S
3.11	Dados de carga	S
3.12	Solução do fluxo de potência	S
3.13	Edital - Anexo I - Roteiro para Testes de Conformidade - Dados dos geradores do sistema de referência	S
3.14.1	Co-Sim: Modelagem das Linhas de Transmissão	N
3.14.2	Co-Sim: Modelagem dos esquemas de ligação dos transformadores	N
3.14.3	Co-Sim: Modelagem da correta "air core impedance" e knee voltage	S
3.14.4	Co-Sim: Integração de Base de Dados	N

Conforme detalhado nesta Nota Técnica, os seguintes itens foram atendidos pela licitante: 3.1, 3.2, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 e 3.14.3.

Por outro lado, os seguintes itens não foram atendidos pela Siemens: 3.3, 3.4, 3.5, 3.14.1, 3.14.2 e 3.14.4.

Portanto, dado o não atendimento aos requisitos supracitados e conforme previsto no Edital, recomenda-se que a licitante seja desclassificada do pregão eletrônico PE.EPE.010/2020.