



GRUPO DE ESTUDO DE ANÁLISE E TÉCNICAS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA - GAT

BASE DE DADOS DE CURTO-CIRCUITO E FLUXO DE POTÊNCIA DO SIN: UNIFICAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO DE USINAS CONVENCIONAIS E DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

ANDERSON ROTAY GASPAR(1); ANDRÉ NASCIMENTO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE(1); PAULO EDUARDO MARTINS QUINTAO(1); THIAGO LOPES DA SILVA BARROS(1); CLEBER JACUNIAK MAZON(1); VINÍCIUS AMANTE PINESCHI(1); RODRIGO PAVANELLO BATAGLIOLI(1); PEDRO GUIMARÃES TRINDADE(1); VINÍCIUS GUALTER CORRÊA SALLES(1); ILTHON LUCAS ARRUDA RAMALHO PEREIRA(1); ALEXANDRE FERRAZ DUARTE JUNIOR(1); RODOLFO GUILHERME DE SOUZA LEITE(1) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO ONS(1)

RESUMO

As bases de dados de simulação para análises de curto-circuito e fluxo de potência foram concebidas e atualizadas por equipes técnicas distintas, tanto no passado, no Grupo Coordenador para Operação Interligada – GCOI, como atualmente pelos agentes do setor e no ONS. Com isso, criaram-se divergências significativas, como a numeração e nomenclatura de barras, topologia da rede e parâmetros dos equipamentos. Este artigo irá apresentar o andamento das atividades no que diz respeito a representação de usinas Termelétricas e Hidrelétricas, e impactos na base de estudos para transitórios eletromecânicos, e ainda a unificação da representação da rede de distribuição e DIT.

PALAVRAS-CHAVE

Base de dados, fluxo de potência, curto-circuito, unificação, SIGER, ANAREDE, ANAFAS, ANATEM

1.0 INTRODUÇÃO

A gestão da base de dados de simulação para análises de curto-circuito e fluxo de potência é um dos processos de responsabilidade do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, conforme atribuições definidas nos Procedimentos de Rede [1]. Considerando essa atribuição, o ONS formou um grupo de trabalho, envolvendo diversas equipes que fazem a gestão desta base de dados, e que teve por objetivo a sua unificação, vislumbrando minimizar/eliminar divergências na representação das redes e equipamentos, facilitar sua utilização pelos analistas de várias entidades, consolidar numeração, nomenclatura, topologia e parâmetros elétricos, entre outros.

Este trabalho teve início no ano de 2018, com a escolha de áreas piloto (São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Sul/Sudoeste do Nordeste) com o objetivo de levantar as principais divergências de topologia e definir a padronização da representação de diversos equipamentos, incluindo Usinas Fotovoltaicas – UFV e Eólicas – EOL, sempre com o objetivo de definir soluções que atendessem às necessidades tanto dos estudos de fluxo de potência quanto de curto-circuito.

Ainda nesta primeira etapa foi verificado que seria necessária uma análise mais profunda para a representação de unidades geradoras convencionais (Termelétricas e Hidrelétricas) e compensadores síncronos e estáticos, dada a diferenciação maior entre as bases e o impacto que esta mudança poderia acarretar para outros programas e bases de dados, como por exemplo a base de estudos para transitórios eletromecânicos. Foi decidido também que, em um primeiro momento, seria possível elaborar uma proposta de unificação apenas da Rede Básica, ficando a rede de distribuição e Demais Instalações da Transmissão – DIT como representações exclusivas de cada base.

Ao longo do ano de 2019 foram consolidadas as regras de representação com a aplicação destas para toda a Rede Básica. Ainda nesta segunda etapa, após a compatibilização da topologia, foi possível realizar um trabalho de comparação dos parâmetros entre as bases, o que subsidiou a consulta aos agentes proprietários dos equipamentos para definição dos parâmetros corretos para aqueles equipamentos que apresentaram divergência entre as bases.

No final do ano de 2019 e ao longo do ano de 2020, foram realizadas tratativas para alinhamento dos processos de confecção das bases de dados de curto-circuito e fluxo de potência, consolidação das alterações (topologia e parâmetros) para as bases de dados com o carregamento destas informações no Sistema de Gestão de Dados de Redes Elétricas – SIGER, desenvolvido pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL, e finalmente a formalização nos casos bases de operação e planejamento disponibilizados pelo ONS.

Ao longo da realização deste trabalho foram necessárias diversas interações com o CEPEL, tendo como objetivo a proposição de adequações nos programas de análise de fluxo de potência (ANAREDE – Análises de Redes Elétricas) e curto-circuito (ANAFAS – Análise de faltas simultâneas) para possibilitar a unificação da base de dados, assim como da ferramenta SIGER que tem como um dos objetivos principais fazer a gestão unificada dos dados destas bases. Essas alterações implicaram também em necessidade de adequações no programa ANATEM (Análise de Transitórios Eletromecânicos).

Como continuação deste trabalho, este artigo irá abordar aspectos para representação de usinas convencionais (Termelétricas e Hidrelétricas), enfatizando também os impactos na base de estudos para transitórios eletromecânicos e ainda a unificação da representação da rede de distribuição e DIT.

Destaca-se que a premissa básica de todo o trabalho realizado para a unificação das bases de dados é que deve ser representada a mesma topologia, atendendo às necessidades inerentes das análises de fluxo de potência e de curto-circuito. Não se admitiu que as adequações de representação acarretassem prejuízo para qualidade dos resultados das análises, para o desempenho computacional e para outros processos do ONS, como por exemplo o processo de previsão de carga e geração.

Desta forma, a unificação na representação da base de dados tem como resultado agregar facilidades na elaboração e manutenção das bases e nas diversas análises da rede elétrica, promovendo maior fidelidade a topologia e aos parâmetros dos equipamentos e aumentando o grau de criticidade e rastreabilidade da informação. A partir do contínuo aperfeiçoamento deste trabalho, consolida-se o papel do ONS como de gestor das bases de dados de redes elétricas utilizadas nas ferramentas computacionais do setor.

2.0 - REPRESENTAÇÃO DE USINAS CONVENCIONAIS (TERMELÉTRICAS E HIDRELÉTRICAS)

2.1 Tipos de conexão de Usinas Termelétricas e Hidráulicas

No Sistema Interligado Nacional – SIN, pode-se separar o sistema de conexão das usinas convencionais (transformadores e linhas) em 3 grupos gerais:

- ✓ Cada unidade geradora conectada a um transformador elevador;
- ✓ Mais de uma unidade geradora conectada a um único transformador elevador;
- ✓ Um transformador elevador de três enrolamentos com unidades geradoras em cada um dos seus enrolamentos.

Ainda dentro desses macros grupos é possível verificar que podem existir “N” unidades geradoras em cada barramento, com disjuntor conectado diretamente à máquina, com disjuntor conectado no lado de alta do transformador elevador e um único ou diversos transformadores elevadores. A Figura 1 ilustra todas essas possíveis conexões.

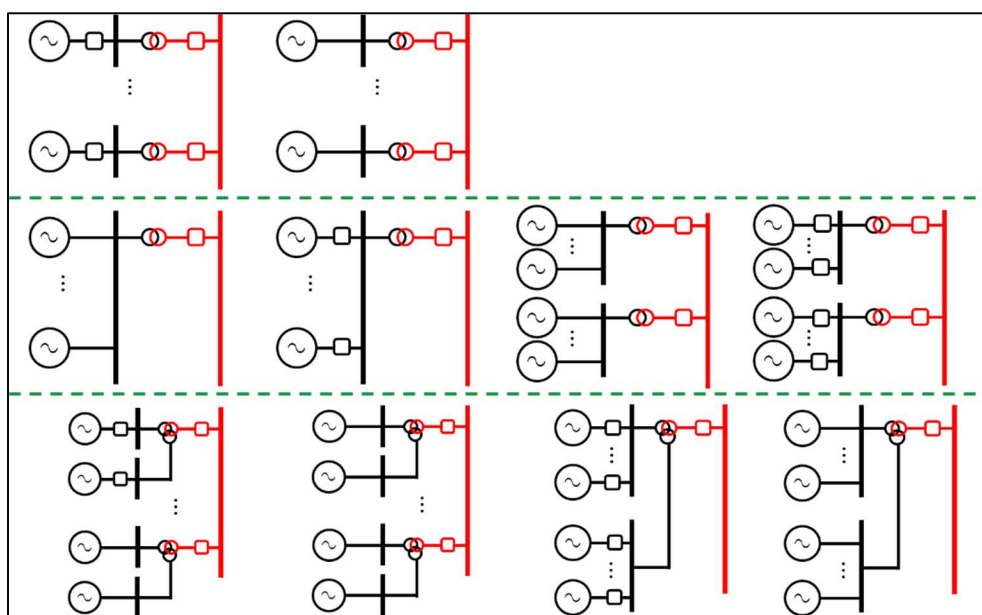


FIGURA 1 – Tipos de conexões de usinas no SIN

Vale ressaltar que cerca de 84% das usinas do SIN são do tipo mais simples de conexão – cada unidade geradora com o seu transformador elevador. Porém, quando se faz essa análise em relação a todas as unidades geradoras do SIN, e não por usina, verifica-se que uma porcentagem muito menor do que 60% das unidades geradoras possui a configuração de uma unidade geradora por transformador elevador. Isso ocorre porque justamente em usinas com muitas unidades geradoras é que se utiliza com maior frequência arranjos com compartilhamento de transformadores elevadores. Pode-se citar como exemplo a UHE Jirau (50 máquinas de 75 MW cada) e a UTE Global I e II (106 máquinas de 2,48 MW cada), as quais utilizam o esquema de conexão de até quatro e quatorze unidades geradoras, respectivamente, por transformador de conexão.

2.2 Representação das Usinas nos Programas de Simulação

Levando-se em conta as diversas configurações possíveis de conexão das unidades geradoras em uma usina, conforme mencionado no item 2.1, deve-se avaliar qual a melhor forma de se representar estas unidades nos programas de simulação. Além da configuração da conexão, para avaliar a melhor representação possível é preciso também levar em conta que podem existir maneiras diferentes de operar cada uma das unidades geradoras, como: gerando potência ativa, desligada ou como compensador síncrono, mesmo estando elas conectadas a um mesmo barramento, como pode ser observado na Figura 2.

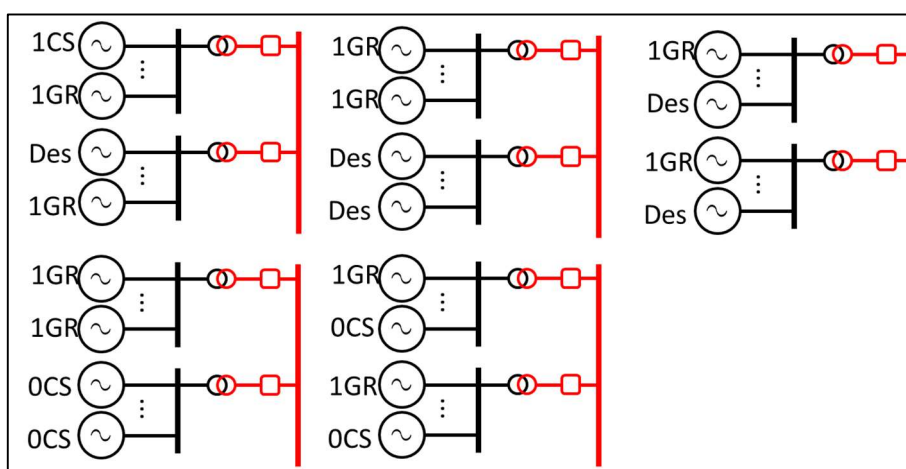


FIGURA 2 – Modos de operação das usinas no SIN

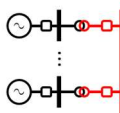
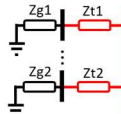
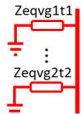

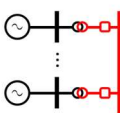
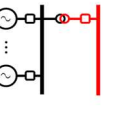
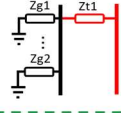
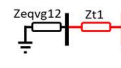
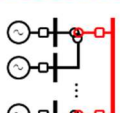
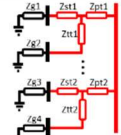
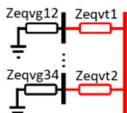

A melhor maneira de se avaliar corretamente todas as possibilidades de operação das máquinas (unidade em operação, desligada ou operando como compensador síncrono), no que diz respeito por exemplo às perdas elétricas ativa e reativa (MW e MVAR) causadas pelo sistema de conexão, e as contribuições para curtos-circuitos, seria representar detalhadamente todos os equipamentos que estão em campo. Porém, essa representação aumentaria o número de barras e ramos a serem utilizados, bem como o número de modelos para representação de cada um dos geradores. Este aspecto faria com que os programas de simulação baseados em algoritmos iterativos fossem fortemente impactados no aspecto de recursos e desempenho computacional levando a tempos de simulação impraticáveis.

Desta forma, a representação equivalente da rede se faz necessária para esses programas com soluções iterativas no algoritmo, como é o caso dos programas de fluxo de potência e estabilidade eletromecânica. Esta é a solução adotada pelo ONS para elaboração/manutenção das bases de dados utilizadas pelos programas ANAREDE, ANATEM e ORGANON.

Adicionalmente se mantém o critério de somente realizar o equivalente em casos de unidades geradoras com a mesma potência e demais características elétricas semelhantes. Nessa forma de representação ainda são observadas algumas limitações em análises de fluxo de potência bastante específicas, cabendo ao analista responsável representar detalhadamente a usina sob estudo, caso necessário, visando a reprodução correta do desempenho que será verificado em campo. Já para a base de dados de curto-circuito, a representação mais detalhada não afeta significativamente o tempo de processamento. Desta forma, na elaboração/manutenção da base de dados utilizada pelo programa ANAFAS, utiliza-se uma representação mais detalhada, onde o objetivo maior é verificar as contribuições de curto-circuito por unidades geradoras e a influência nos disjuntores existentes.

A Tabela 1 apresenta os tipos possíveis de conexão das usinas e as vantagens e desvantagens para a representação detalhada e equivalente em cada uma das bases de dados fluxo de potência/estabilidade eletromecânica e curto-circuito.

Tabela 1 – Tipos de Conexão de UHE e UTE no SIN e possível representação nas bases de dados

Tipo de Configuração	Formas de Representação		
	 <p>Maneira mais correta para análise de CC pois existe DJ no lado de baixa do TR</p> <p>Maneira mais real para correlação com a grandeza do SAGE</p>		 <p>Maneira mais prática para análise de FP pois facilita a mudança da potência gerada pela usina e associação de modelos no ANATEM. Se faz necessário preenchimento da impedância de 1 TR para acerto no ANATO.</p>
	<p>Maneira possível para análise de CC pois existe DJ somente no lado de alta do TR, porém ainda é necessário saber o quanto contribui cada circuito.</p> <p>Maneira mais real para correlação com a grandeza do SAGE</p>		
	 <p>Maneira mais correta para análise de CC pois existe DJ no lado de baixa do TR</p> <p>Maneira mais real para correlação com a grandeza do SAGE</p>	 <p>Maneira mais prática para análise de FP pois facilita a mudança da potência gerada pela usina e associação de modelos no ANATEM. Não há alteração da impedância do TR no ANATO (Deixar impedância em branco)</p>	<p>Maneira possível para análise de CC pois existe DJ somente no lado de alta do TR, porém ainda é necessário saber o quanto contribui cada circuito.</p>
	 <p>Maneira mais correta para análise de CC pois existe DJ no lado de baixa do TR</p> <p>Maneira mais real para correlação com a grandeza do SAGE</p>		 <p>Maneira mais prática para análise de FP pois facilita a mudança da potência gerada pela usina e associação de modelos no ANATEM. Podem haver erros de simulação quando for fazer análise de desligamento, fechamento em anel, etc. Se faz necessário o conhecimento de quantos geradores estão sincronizados por TR.</p>

Destaca-se que atualmente os programas de simulação ANAREDE e ANAFAS possuem funcionalidades já implementadas para representação de unidades geradoras equivalentes (DGEI no ANAREDE e Número de geradores no DCIR no ANAFAS). Além desta forma de representação não ser unificada entre os programas, ela poderia ser utilizada apenas em casos particulares. Para o caso do ANAREDE, somente seria adequada quando

existissem unidades geradoras e transformadores elevadores simétricos, únicos e com as mesmas características. Para o ANAFAS, apenas nos casos em que se tem vários geradores conectados no mesmo barramento e, ainda assim, não é possível realizar análises de estudo de corrente passante ou saber a contribuição por gerador.

2.3 Levantamento das Necessidades de Representação e Utilização de Ferramentas para Análises de Fluxo de Potência, Estabilidade Eletromecânica e Curto-Circuito

Este item aborda um levantamento inicial das necessidades para se representar e analisar com detalhes a influência das unidades geradoras nas respostas de simulações sob o aspecto de fluxo de potência, estabilidade eletromecânica e curto-circuito, que ainda está em análise pelo ONS e os Agentes.

A proposta seria uma representação a nível de usina com uma configuração que atenderia qualquer representação mostrada na Figura 1. Neste nível de usina poderiam ser levados em consideração as informações gerais da usina, como despacho centralizado, valor especificado e local de controle de tensão, barra de conexão, entre outras. Além disso, essa representação de usina seria complementada com os dados de cada transformador elevador, de cada unidade geradora e uma lista para correlação de qual unidade geradora estaria associada a cada enrolamento do transformador. Não obstante, além da enorme flexibilidade que esta representação proporcionaria, seria fundamental que esta estrutura acomodasse também uma modelagem mais simplificada, para representar de forma fácil e ágil os casos mais simples, onde se tem uma unidade geradora por transformador elevador, com todos os transformadores e todas as unidades geradoras iguais. A Figura 3 apresenta a ideia geral e com as possibilidades de dados.

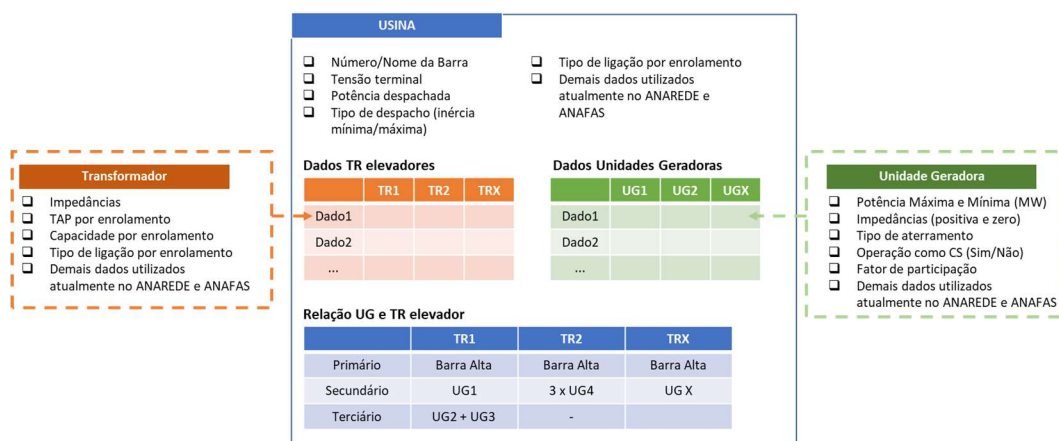


FIGURA 3 – Levantamento de itens importantes para representação unificada das usinas no SIN

Por fim, é de suma importância o reatamento da nova representação das usinas em todos os demais processos e programas. Nesse sentido, vale destacar que está em andamento um trabalho para representação unificada das usinas convencionais, envolvendo a equipe do ONS e do CEPEL, com estimativa de ser finalizado no ano de 2022.

3.0 - REPRESENTAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO E DIT

3.1 Redes de Simulação

O submódulo 2.1 dos Procedimentos de Rede do ONS estabelece a definição das redes do ONS. Em especial, os equipamentos que estão representados nas bases de dados de fluxo de potência e curto-circuito pertencem a **Rede de Simulação**. Esta rede engloba a Rede de Supervisão e de Operação, além de outras instalações que necessitam ser representadas nos programas de simulação, para garantir que os estudos elétricos desenvolvidos pelo ONS reproduzam com precisão adequada os fenômenos que ocorrem no SIN, conforme observado na Figura 4.

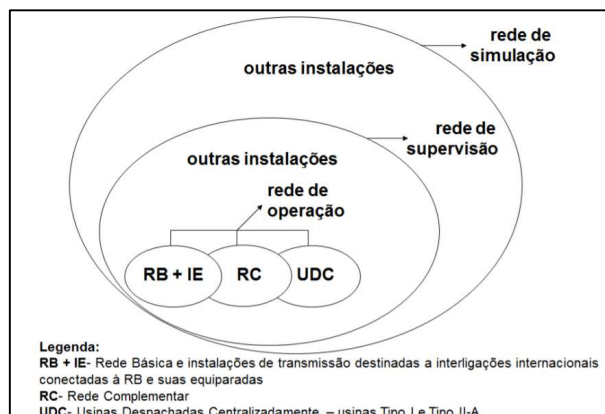


FIGURA 4 – Redes do ONS – Submódulo 2.1 dos Procedimentos de Rede [1]

Ainda conforme este submódulo, as demais instalações que não estão na Rede de Supervisão são:

- instalações com tensão superior ou igual a 138 kV, por meio das quais sejam fechados anéis entre duas ou mais instalações da Rede Básica;
- instalações com tensão inferior a 138 kV, por meio das quais sejam fechados anéis, somente em operação normal, entre duas ou mais instalações da Rede Básica; e
- outras instalações, cuja representação seja necessária para reproduzir com precisão os fenômenos que ocorrem no SIN.

Desta forma, cabe ao ONS, em conjunto com os agentes, definir os equipamentos que devem ser representados na rede de simulação de forma que seja possível reproduzir com precisão os fenômenos que ocorrem no SIN.

3.2 Impacto dos equipamentos que não pertencem a Rede de Operação do ONS

Podemos separar os equipamentos não pertencentes a Rede de Operação do ONS em dois grupos:

- ✓ equipamentos que operam em anel, ou podem operar, com a Rede de Operação – cuja influência é direta para as análises de fluxo de potência (carregamento dos equipamentos) ou nas análises de curto-circuito (contribuições para defeitos) e;
- ✓ os equipamentos radiais, os quais não apresentam a influência direta, merecendo uma análise mais detalhada a cada caso;

Nas análises de fluxo de potência, para os equipamentos radiais, a carga pode ser considerada no ponto do equivalente levando-se em consideração as perdas resistivas e principalmente reativas (descontando ou não os bancos de capacitores) e devem ser considerados também todos os geradores que têm medição contabilizada, sendo possível verificar o histórico e realizar cenários de geração, podendo ser realizado agrupamento no mesmo ponto de influência.

Nas análises de curto-circuito, para os equipamentos radiais, se faz necessário considerar os transformadores que tem influência no curto-monofásico na fronteira (Ex.: Ligação YnD) e de usinas conectadas.

Na representação detalhada de todos esses equipamentos os seguintes benefícios podem ser observados:

- ✓ Evita que os agentes, principalmente as distribuidoras, trabalhem com dois casos;
- ✓ Evita dados e configurações desatualizados nos casos oficiais do ONS, visto que as distribuidoras também estariam usando a mesma base;
- ✓ Representação mais próxima possível da realidade;
- ✓ Facilita as análises, principalmente de acessos da distribuidora ou usinas na Rede de Distribuição e DIT;
- ✓ Melhora a previsão da carga por barramento e a análise elétrica da tensão no barramento de carga;
- ✓ Melhora as análises de ações operativas de transferência de carga e análise de recomposição.

Por outro lado, a representação detalhada agrega as seguintes dificuldades:

- ✓ Dificuldades/impossibilidade de convergência dos casos de fluxo de potência e estabilidade eletromecânica;
- ✓ Aumento de pontos para consolidação de carga;
- ✓ Não agrega o benefício esperado na unificação das bases do ONS/Agentes pois alguns utilizam programas diferentes.

Desta forma, não se vê como possível a representação detalhada de todos os equipamentos, fazendo-se necessário adotar representações equivalentes, porém sem perder a acurácia nos resultados para que reproduzam com precisão adequada os fenômenos que ocorrem no SIN.

3.3 Divergências e Premissas na representação entre as bases de fluxo de potência e curto-circuito

Assim como observado no trabalho para unificação das bases de dados de fluxo de potência e curto-circuito, que envolviam os equipamentos da Rede de Básica [2] [3], também para os equipamentos que não pertencem a essa rede, foram observados os mesmos pontos discrepantes, porém com uma ênfase maior na diferença de equipamentos que são representados por equivalentes versus representações detalhadas ou parcialmente detalhadas.

Vale ressaltar que em algumas áreas piloto analisadas existiam representações desatualizadas, inclusive ligações que fecham anel com a Rede Básica e outras representações que não estavam adequadamente modeladas para os fenômenos que deveriam ser observados.

A representação unificada das bases de fluxo de potência e curto-circuito para esses equipamentos devem seguir a mesma linha de raciocínio estabelecida para a Rede Básica de tal forma que a representação seja igual (topologia e parâmetro) no que diz respeito a representação de equipamentos série (barras, linhas e transformadores). Os demais equipamentos shunts podem ter representações equivalentes e distintas, porém sendo sempre informados os equipamentos que estão envolvidos neste equivalente.

3.4 Proposta para representação unificada dos equipamentos fora da Rede de Operação do ONS

Este item aborda uma proposta inicial para representação unificada dos equipamentos fora da Rede de Operação do ONS que ainda está em análise e discussão pelo ONS e os Agentes.

A Figura 5 apresenta as configurações típicas de equipamentos que são conectados diretamente ou indiretamente a pontos de fronteira da Rede Básica.

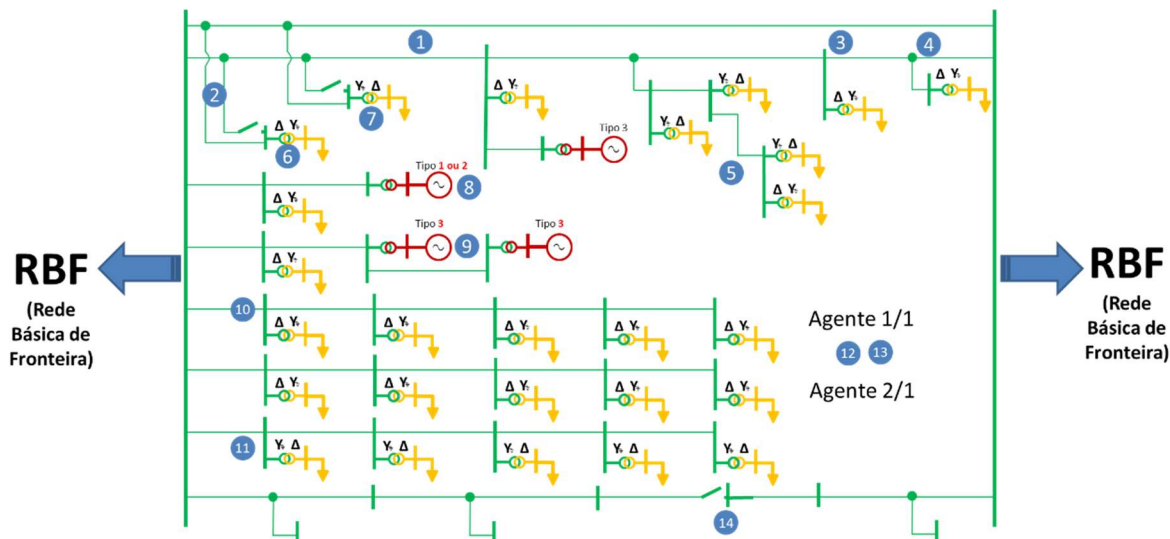


FIGURA 5 – Configurações típicas de equipamentos conectados diretamente ou indiretamente a pontos de fronteira da Rede Básica

Para cada um dos pontos da figura acima, foram avaliados os impactos nas análises de fluxo de potência e curto-circuito, destacando os motivos e o que deve ser representado em cada caso, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Configurações, impacto e o que deve ser modelado na base de dados

Tipo de Configuração	Fluxo de Potência	Curto-Circuito	Motivo
1 – Fechamento em anel entre equipamento da RB	Representar explicitamente		Influência direta na RB devido alteração de carregamento para o FP ou infeed para análises de CC.
2 – Atendimento de SE em duplo TAP, quando de anel com a RB	Representar explicitamente		Verificar se em cenários de contingência e avaliação de MUST de qual LT destes circuitos seria perdido a carga da SE ou não.
3 – SE Seccionando equipamento em anel com a RB	Representar explicitamente como barramento		Verificar se em cenários de contingência da LT destes circuitos seria perdido a carga da SE ou não.
4 – SE atendida em derivação de circuitos que estão em anel com a RB	Representar explicitamente o ponto de derivação e o barramento a ser conectado		
5 – Ligações radiais conectadas a partir de SE conectadas em anéis com a RB	Equivalentar		Sem impacto direto na RB. O equivalente deve estar sempre atualizado e a carga representando o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa.
6 – Representação de TR D ou Y não aterrado em SE conectadas a partir de anéis com a RB	Não representar o TR, somente a carga equivalente	Não representar o TR	Sem impacto direto na RB. A carga deve representar o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa.
7 – Representação de TR Yn-D em SE conectadas a partir de anéis com a RB	Não representar o TR, somente a carga equivalente	Equivalentar, representando a ligação de Seq0 do TR	Sem impacto direto na RB. O equivalente deve estar sempre atualizado e a carga representando o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa.
8 – Representação de usinas Tipo 1 ou 2	Representar explicitamente		Necessidade de análises complementares do ONS inclusive esforços torcionais nas unidades geradoras.
9 – Representação de usinas Tipo 3	Equivalentar, representando a carga separada da geração e informando qual geração está no equivalente	Equivalentar, representando uma ligação para referência com Seq+ e/ou Seq0	Sem impacto direto na RB. O equivalente deve estar sempre atualizado, representando o ponto que será colocado, inclusive com a influência da Potência Reativa, e a geração, separada da carga, sendo informada quais usinas estão consideradas.
10 – Representação de equipamentos de conexão radial com o barramento de fronteira, sem usinas e sem TR Yn-D	Não representar o TR, somente a carga equivalente	Não representar o TR	Sem impacto direto na RB. A carga deve representar o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa.
11 – Representação de equipamentos de conexão radial com o barramento de fronteira, com usinas ou TR Yn-D	Não representar o TR, somente a carga equivalente da geração e informando qual geração está no equivalente	Equivalentar, representando uma ligação para referência com Seq+ e/ou Seq0	Sem impacto direto na RB. O equivalente deve estar sempre atualizado e a carga representando o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa. Destaca-se a necessidade de representação da primeira barra conectada devido a necessidade de análise do DJ desta conexão.

Tipo de Configuração	Fluxo de Potência	Curto-Circuito	Motivo
12 – Representação de equipamentos pertencentes a acessos de diferentes distribuidoras/permissionárias	Representar separadamente a carga das distribuidoras/permissionárias, equivalendada no primeiro barramento de conexão, em barramentos separados.	Sem influências no CC, porém visando a equiparação, representar até o primeiro barramento de conexão, em barramentos separados.	Sem impacto direto na RB. A carga deve representar o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa. Destaca-se a necessidade de representação de duas barras separadas para poder separar a carga dos agentes, visto que não é previsto a utilização do DCAI nos processos de consolidação de carga do ONS.
13 – Representação de equipamentos pertencentes as mesmas distribuidoras/permissionárias e sem usinas e sem TR Yn-D	Representar somente uma carga da distribuidora/permissionária, equivalendada diretamente no barramento de fronteira.	Sem necessidade de representação	Sem impacto direto na RB. A carga deve representar o ponto que será colocada, inclusive com a influência da Potência Reativa.
14 – Representação de equipamentos com possibilidade de fechamento em anel ou transferência de carga	Se ≥ 138 kV: Representar explicitamente Se < 138 kV: Avaliar caso a caso		Se representar todos os equipamentos que têm a possibilidade de fechamento em anel ou podem transferir toda a carga da SE por manobra de chaves, o caso de simulação de fluxo de potência teria muita dificuldade em convergir. Desta forma, propõe-se a representação de somente aqueles com tensão ≥ 138 kV, devido sua capacidade e possibilidade de influência. Para os demais, o ONS, em conjunto com as distribuidoras, irão definir quais devem ser representados.

Levando-se em consideração a proposta acima, é possível sintetizar a configuração típica apresentada na Figura 5 para a representação na base de dados unificada de fluxo de potência e curto-circuito, conforme retratado na Figura 6.

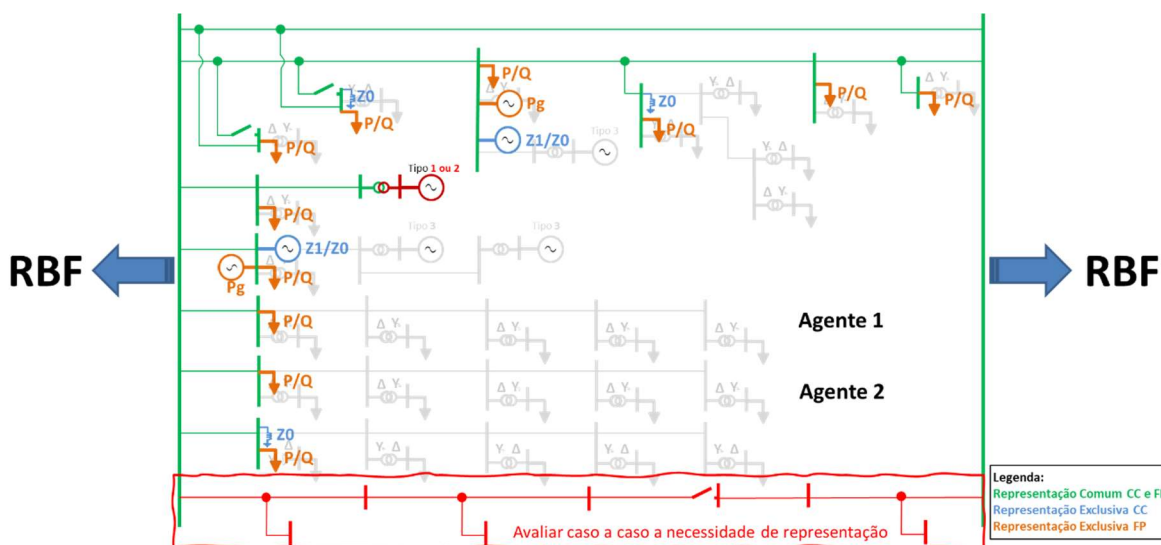


FIGURA 6 – Representação unificada na base de dados de fluxo de potência e curto-circuito de equipamentos conectados diretamente ou indiretamente a pontos de fronteira da Rede Básica

5.0 - CONCLUSÃO

Este artigo apresentou dois pontos críticos para o trabalho de unificação das bases de dados de curto-circuito e fluxo de potência, correspondente a representação das usinas convencionais (termelétricas e hidrelétricas) e a representação da distribuição e DIT, justamente para atender a premissa básica de representação da mesma topologia em ambas as bases.

As dificuldades envolvem não só questões técnicas para representação nas próprias bases, mas também rebatimentos a outros processos, seja para consolidação da carga e geração ou para a realização dos estudos pelos analistas e com o rebatimento direto na resposta dos resultados pelo desempenho computacional.

As propostas aqui descritas ainda estão em consolidação, tanto internamente pelo ONS quanto em reuniões com o CEPEL, visto que alteram de forma significativa os programas ANAREDE, ANAFAS e ANATEM e os demais programas com rebatimento destes, podendo afetar o desempenho computacional, e com os agentes do setor pelo impacto na forma de trabalhar e nas trocas de informações. Durante este trabalho, foram ainda discutidos aspectos de aprimoramento de processos e produtos, sendo ainda debatidos internamente e que podem necessitar de alterações em aspectos legislativos dos Procedimentos de Rede do ONS sendo apontados como trabalhos futuros.

Com o processo contínuo de aperfeiçoamento deste trabalho, consolida-se o papel do ONS como de gestor das bases de dados de redes elétricas utilizadas nas ferramentas computacionais do setor.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, “Procedimentos de Rede”, <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>. [Acesso em 15/09/2021].
- (2) ONS DPL-REL-0374-2018 -Unificação da Base de dados do ONS, dezembro/2019.
- (3) ONS DPL-REL-0346-2019 -Unificação da Base de dados do ONS, dezembro/2019.

DADOS BIOGRÁFICOS

**ANDERSON ROTAY GASPAR**

Nascido no Rio de Janeiro/RJ em 11/08/1981. Possui graduação em Engenharia Elétrica (2005) pela Universidade Federal Fluminense, especialização em Proteção de Sistemas Elétricos (2007) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e especialização em Sistemas de Energia Elétrica CESE (2008) pela Universidade Federal de Itajubá. Desde 2003 trabalha no Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, atuando hoje na Gerência de Engenharia Sul, em Florianópolis/SC.

(1) ANDRÉ NASCIMENTO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

Nascido em Pato Branco/PR em 20/02/1987. Possui graduação em Engenharia Elétrica (2008) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e mestrado em Engenharia Elétrica (2011) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Desde 2011 trabalha no Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, e atua na Gerência de Engenharia Sul, em Florianópolis.

(2) PAULO EDUARDO MARTINS QUINTAO

Engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1993, pós-graduado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1999. Trabalhou no CEPEL no período de março de 1994 a junho de 2008. Atualmente trabalha no ONS desde julho de 2008 na Gerência de Estudos Especiais, EG/EGE. Participa em projetos de estabilização de sistemas através de reajustes de controladores, além de estudos pré-operacionais de novos empreendimentos do SIN. Sua área de atuação também envolve a participação em grupos para definição dos requisitos técnicos de desempenho dinâmico, necessários para conexão de fontes renováveis.

(3) THIAGO LOPES DA SILVA BARROS

Graduado em Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Potência pela UERJ, mestrando em Engenharia Elétrica pelo IME. Atualmente, trabalha no Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, como Engenheiro de Estudos Elétricos. Suas áreas de atuação são: Análise de Transitórios Eletromecânicos, Análise da Estabilidade de Pequenos Sinais e Modelagem Matemática de Máquinas Elétricas.

(4) CLEBER JACUNIAK MAZON

Graduou-se em engenharia elétrica em 2011 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Ingressou no ONS em 2012, onde atualmente atua como engenheiro na Gerência de Planejamento do Sul do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

(5) VINÍCIUS AMANTE PINESCHI

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal Fluminense. Já atuou como Analista de Inteligência Operacional na Ampla Energia e Serviços SA, atual Enel Distribuição Rio de Janeiro, e como Engenheiro de Campo na Light SESA. Atualmente, trabalha como Engenheiro de Proteção e Controle no Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS.

(6) RODRIGO PAVANELLO BATAGLIOLI

Engenheiro Eletricista com especialidade em sistemas de energia e automação, formado pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Possui experiência em estudos de sistemas elétricos de potência utilizando o simulador digital de tempo real (RTDS), assim como experiência profissional na realização de estudos de fluxo de potência, curto-circuito, coordenação e seletividade de proteção, arc-flash, dentre outros. Adicionalmente, possui experiência no desenvolvimento de ferramentas computacionais para auxiliar a elaboração de projetos e estudos elétricos. Atualmente é engenheiro de Estudos Elétricos II no ONS junto à gerência de Planejamento Elétrico de Curto Prazo (PLC).

(7) PEDRO GUIMARÃES TRINDADE

Nascido no Rio de Janeiro/RJ em 1992. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019). Desde 2017 trabalha no Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

(8) VINÍCIUS GUALTER CORRÊA SALLES

Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), possui experiência na área de Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência. Atualmente é Engenheiro de Sistemas de Potência no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), atuando na Gerência de Planejamento Elétrico de Médio Prazo (PLM) e trabalhando principalmente na área de Interligações dos estudos do Plano Elétrico de Médio Prazo do SIN (PAR/PEL).

(9) ILTHON LUCAS ARRUDA RAMALHO PEREIRA

Engenheiro eletricitista, graduado pela Universidade Federal de Campina Grande, com ênfase em eletrotécnica e automação. Especialização em Sistemas elétricos de Potência pela UNIFEI (CESE). Atualmente trabalha no ONS na área de planejamento de curto e médio prazo do sistema elétrico das regiões Norte e Nordeste do Brasil e com a avaliação técnica dos estudos de acesso de novos geradores e dos leilões de novas geração.

(10) ALEXANDRE FERRAZ DUARTE JUNIOR

Alexandre Ferraz Duarte Junior – Graduou-se em engenharia elétrica em 2017 no Instituto Federal Sul-riograndense – IFSul. Ingressou no ONS em 2017, onde atualmente atua como engenheiro na Gerência de Planejamento do Sul do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

(11) RODOLFO GUILHERME DE SOUZA LEITE

2016 - Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco 2017 - Atual - Engenheiro de Estudos Elétricos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).