



**XXIII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GPC/01
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO - V

GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC

SUBESTAÇÃO MODELO: PADRONIZAÇÃO DE PROJETOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE NA CEMIG

**Ezequiel Rabelo de Aguiar
CEMIG GT**

**Adilson Márcio Silva
CEMIG GT**

RESUMO

Este trabalho apresentará a padronização dos projetos de proteção e controle das subestações de transmissão da Cemig, por meio do desenvolvimento da Subestação Modelo. O objetivo desta iniciativa é obter um projeto detalhado de referência, incorporando todas as normas vigentes aplicáveis, bem como a experiência e a cultura da empresa na operação e manutenção dos ativos. Uma diretriz deste desenvolvimento é o não-direcionamento a determinados modelos ou fabricantes, utilizando componentes genéricos de características médias disponíveis no mercado. Esta iniciativa almeja diversos ganhos, tais como o aumento da confiabilidade das instalações, a redução do custo e do prazo dos projetos.

PALAVRAS-CHAVE

Padronização de projetos, Subestação Modelo

1.0 - INTRODUÇÃO

A Cemig Geração e Transmissão nos últimos anos tem grande demanda de contratação de projetos para expansão, reformas e melhorias das subestações de transmissão sob sua gestão, orientada por sua política de crescimento e agregação de valor. Isto é de grande valia em seu plano de negócios, mas traz alguns desafios para as áreas técnicas.

Por ser uma companhia de economia mista, o modelo de contratação deve seguir os preceitos da Lei 8.666, não podendo restringir ou direcionar suas compras a determinados modelos e fabricantes. Do ponto de vista da proteção e controle, esta característica aliada à grande variedade de componentes ofertados em um empreendimento, sendo comum a associação de fabricantes diversos, torna difícil a conciliação de todas as funcionalidades e o atendimento de todas as normas e recomendações. Além disso, empreendimentos estruturalmente semelhantes tendem a ter soluções de detalhamento muito diferentes entre si, dificultando a gestão de manutenção e operação de forma padronizada.

Diante destas dificuldades, a Cemig GT iniciou a padronização dos projetos de proteção e controle das subestações de transmissão. Trata-se de uma iniciativa onde todas as áreas técnicas (planejamento, projetos, implantação, manutenção, operação e comissionamento) colaboram com seu desenvolvimento, num esforço colegiado. Busca-se o atendimento de todas as normas, procedimentos e recomendações emitidos pela Aneel e pelo ONS, inclusive com suas inovações mais recentes. Além disso, procura incorporar toda a experiência e cultura da empresa na manutenção e operação dos ativos, boas práticas de engenharia consagradas durante décadas. Leva em consideração também a compatibilidade com sistemas existentes, muitas vezes de tecnologias e concepções ultrapassadas.

Com esta iniciativa vislumbra-se alcançar os seguintes resultados:

- Redução dos custos e prazos de implantação, pelo ganho de escala na elaboração dos projetos;
- O aumento da confiabilidade do sistema, devido à criteriosa análise dos requisitos e normas aplicáveis;
- Melhoria nos procedimentos de operação e manutenção, e a consequente redução de seus custos com gestão de sobressalentes, treinamento, etc;
- Maior publicidade das soluções técnicas empregadas pela Cemig GT, que tende a melhorar o relacionamento com os demais agentes do Sistema Interligado Nacional, com fabricantes e fornecedores;
- Aumento da sinergia entre as áreas técnicas da empresa;
- Melhor retenção do conhecimento e experiência técnica.

2.0 - A SE MODELO

A iniciativa de padronização almeja um produto que seja, ao mesmo tempo, generalista e detalhado. Para alcançar estes dois objetivos aparentemente contraditórios, decidiu-se pela implementação de um projeto exemplo que sirva como referência a todos novos empreendimentos: **a Subestação Modelo**.

Para ter a generalidade pretendida, a SE Modelo foi concebida com os equipamentos e arranjos mais usuais nas subestações do SIN e na Cemig GT. Os arranjos englobam não somente setores de transmissão (Rede Básica), mas também setores de subtransmissão e de distribuição (rural e urbana), que fazem parte da maioria das instalações e são de grande importância para a empresa. Tendo em vista a flexibilidade de implementação, esta Subestação Modelo foi dividida em módulos típicos para desenvolvimento individualizado, de forma semelhante ao que a Aneel indica nas resoluções autorizativas e nos editais de leilões.

A estrutura da SE Modelo proposta é apresentada na Figura 1, pela qual pode-se listar os arranjos e os panoramas de utilização:

- Arranjo A: é o arranjo tipo disjuntor-e-meio, aplicável principalmente nos setores de tensão 500kV e 345kV. Os módulos e as soluções desse arranjo também podem ser aplicados, com poucas alterações, em subestações existentes que possuem os arranjo tipo anel ou tipo disjuntor duplo.
- Arranjo B: trata-se do arranjo barra dupla a quatro chaves com disjuntor de transferência, aplicável em setores de 230kV da rede básica e também em grandes setores 138kV na subtransmissão. Neste arranjo, considera-se todos os seccionadores motorizados.
- Arranjo C: é o arranjo tipo barra principal e barra de transferência. Este arranjo é mais utilizado na subtransmissão em setores de 138kV e 69kV, mas também pode ser utilizado como modo de compatibilidade em instalações existentes com arranjos deste tipo. Também neste caso considera-se todos os seccionadores motorizados.
- Arranjo D: este é o arranjo tipo barra principal e barra de transferência com seccionadores manuais, aplicável em setores de distribuição em tensões de 13,8kV e 23kV.

Além dos arranjos citados, estão presentes na SE Modelo os equipamentos mais usuais e relevantes nos empreendimentos de expansão e melhoria na Cemig GT. Conforme a Figura 1, não sendo necessário citar a importância das linhas de transmissão, destacam-se os seguintes equipamentos:

- Transformador T1: trata-se de banco com três unidades transformadoras monofásicas mais uma reserva, sendo a manobra de substituição realizada por seccionadores e painel de conexões intercambiáveis por tomada. É um auto-transformador regulador com três enrolamentos. Dos equipamentos deste tipo, é o mais complexo em termos de circuitos de proteção e controle.
- Transformadores T2 e T3: são transformadores típicos para interface das redes de subtransmissão e distribuição com a rede básica.
- Reator S2: trata-se de banco de reatores monofásicos tipo "shunt" mais uma unidade reserva, com conexão direta ao barramento.
- Banco de capacitores C1: é um banco de capacitores "shunt" de grande porte, para uso na rede básica, também com conexão direta ao barramento.

- **Banco de capacitores C2:** trata-se de banco de capacitores de pequeno porte, adequado para uso no subsistema de distribuição.
- **Serviços auxiliares:** define a topologia dos sistemas de serviços auxiliares, tais como o sistema de corrente contínua e o sistema transferência automática das fontes de alimentação em corrente alternada.

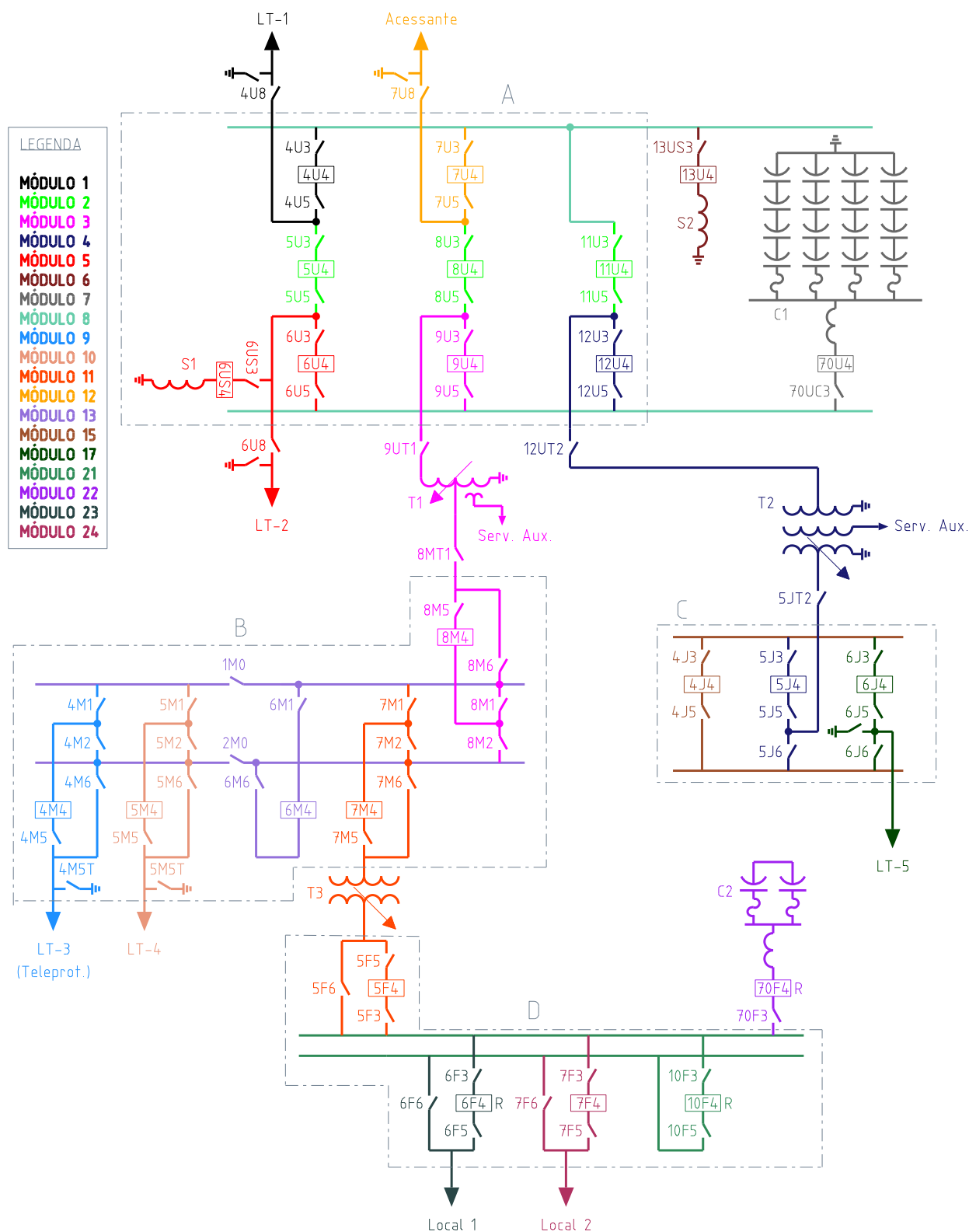


Figura 1 – Estrutura da SE Modelo

3.0 - DIRETRIZES DO PROJETO

Como já foi dito, a SE Modelo foi dividida em módulos típicos para maior flexibilidade na adequação dos casos reais, permitindo uma grande variedade de combinações. Cada módulo típico tem seu projeto inteiramente detalhado, com elaboração de diagramas unifilares, trifilares, esquemáticos, lógicos, construtivos de painéis, automação, etc. A elaboração destes projetos tem uma sistemática que objetiva cumprir as seguintes diretrizes:

- O não-direcionamento a determinados modelos e fabricantes;
- Atendimento pleno às normas e procedimentos aplicáveis;
- Uniformidade nas filosofias de proteção e controle;
- Compatibilidade com instalações existentes e futuras;
- Projetos legíveis com foco na operação e manutenção dos ativos;
- Uniformidade de representação e simbologia;
- Consistência e autonomia do projeto da SE Modelo.

A seguir serão explicadas algumas destas diretrizes e seus motivadores.

3.1 - O Não-Direcionamento

A Cemig GT é uma companhia de capital aberto cujo controlador é o Estado de Minas Gerais, o que leva a ser equiparada a uma empresa pública em alguns aspectos. Uma das consequências desta atribuição é que deve seguir os preceitos da Lei 8.666/93 em suas aquisições, que determina os princípios de publicidade, isonomia e objetividade nas concorrências. Estes princípios, aplicados aos empreendimentos de expansão e melhoria da Cemig GT, traduzem-se em incentivo à participação de um maior número de fornecedores e também em critérios de aceitação mais inclusivos. Ainda neste raciocínio, é expressamente proibido o favorecimento direto ou indireto de um fornecedor específico, o que impede o direcionamento a determinados modelos ou soluções patenteadas.

Tendo em vista este pensamento, o detalhamento da SE Modelo utiliza como referência equipamentos e componentes genéricos, sem direcionamento, que representam as características usuais médias dos principais fornecedores disponíveis no mercado. Isto permite que a maioria dos fabricantes possam aplicar seus produtos em empreendimentos da Cemig GT, sem desvios significativos em relação ao projeto padrão da SE Modelo.

3.2 - Atendimento às Normas

Os Procedimentos de Rede do ONS são a fonte primordial de normalização das instalações da Rede Básica. À primeira vista, o atendimento de seus requisitos é suficiente para se ter bons sistemas de proteção e controle em empreendimentos de transmissão.

Entretanto, existem normas e regulamentos esparsos que também devem ter seus preceitos cumpridos para que a concepção de uma instalação possa ser considerada de maior confiabilidade para o SIN. Estas regras podem vir complementando, explicando, ou mesmo inovando as normas dos Procedimentos de Rede. Muitas vezes, este fato surpreende e frustra fornecedores e projetistas em momentos inoportunos na implantação, o que pode gerar retrabalhos ou mesmo penalidades por descumprimento.

Um exemplo recente é a adoção do Protocolo de Avaliação dos Sistemas de Proteção (1), solicitado pelo Ministério de Minas e Energia, que trouxe um entendimento sobre as boas práticas de engenharia de proteção. Esta avaliação trouxe diversas ações de melhoria nas subestações do SIN, que levaram os Agentes a repensar os modelos de concepção estabelecidos, antes focados somente nas regras estabelecidas nos Procedimentos de Rede.

Diante desta situação, o desenvolvimento da SE Modelo antecipou-se e passou a considerar todos os documentos e recomendações emitidas pela Aneel, ONS e MME como normas de vigência imediata, aplicáveis irrestritamente. Assim, o grupo de trabalho da SE Modelo tornou-se na Cemig GT um fórum único de discussão, pacificação e publicidade de todas as normas de engenharia do sistema elétrico.

Portanto, a SE Modelo pretende viabilizar, em conjunto com as outras diretrizes deste trabalho, um projeto plenamente aceitável, minimizando os pontos falhos ou obscuros.

3.3 - Compatibilidade com Instalações Existentes e Futuras

A experiência na implantação de empreendimentos mostra que: manter a plena funcionalidade de uma instalação pode ser uma tarefa trabalhosa, quando existem sistemas de tecnologia e concepções diferentes e que devam operar integrados. Muitas vezes, a atualização de uma subestação inteira para novas tecnologias não é uma alternativa viável. Anunciadores eletromecânicos e sincronoscópios, por exemplo, têm que continuar funcionando em harmonia com sistemas de controle digitalizados.

Por este motivo, o projeto da SE Modelo procura inserir novas tecnologias e, ao mesmo tempo, manter o máximo de compatibilidade com sistemas existentes. A concepção modular da SE Modelo contribui inerentemente com este objetivo, pois prevê a independência funcional de cada módulo. Mas ainda assim é necessário prover soluções para a interoperabilidade de sistemas antigos e asseguradamente perenes.

Neste mesmo sentido, o projeto preocupa-se em utilizar soluções que não prejudiquem as ampliações futuras, permitindo flexibilidade para adaptações vindouras. A independência dos módulos também favorece este raciocínio, e há outros desdobramentos na concepção da SE Modelo para garantir o alcance desta meta.

3.4 - Foco na Operação e Manutenção

Geralmente, o enfoque dado em novos projetos de implantação é a eficiência na fabricação, construção e montagem. Entretanto, o tempo de implantação é muito curto se comparado ao tempo em que os ativos ficarão entregues às equipes de operação e de manutenção. Por esta causa, decidiu-se que o produto a ser obtido na elaboração da SE Modelo deverá estar otimizado às necessidades e anseios destas equipes.

Assim, o grupo de trabalho da SE Modelo buscou o conhecimento multidisciplinar difuso na cultura da Cemig GT, procurando a experiência de diversas áreas técnicas da empresa de forma a convergir numa direção comum. Com isso, o projeto da SE Modelo busca padronizar inclusive os procedimentos de operação e manutenção, se tornando um material de consulta amplamente consolidado e legível.

4.0 - DESENVOLVIMENTO DOS MÓDULOS

O desenvolvimento da SE Modelo teve início em janeiro de 2013 com a previsão de vinte e quatro módulos típicos em sua composição. Destes módulos, três deles tiveram os trabalhos de detalhamento priorizados para o atendimento das demandas imediatas da Cemig GT. São eles:

- Módulo 1: Conexão de LT em arranjo disjuntor e meio;
- Módulo 3: Conexão de Banco de Transformadores em arranjo disjuntor e meio no setor 345 ou 500kV e arranjo barra dupla a quatro chaves no setor 230 ou 138kV;
- Módulo 9: Conexão de LT em arranjo barra dupla a quatro chaves.

Estes primeiros módulos tiveram o condão de estabelecer a quantidade de desenhos a serem gerados, a formatação básica dos produtos e as definições técnicas gerais, orientações que serão comuns aos módulos restantes. Por esses motivos, eles são os módulos cruciais da SE Modelo e mereceram um grande volume de trabalho e de discussão para serem concluídos.

A seguir serão apresentadas como exemplo algumas das definições mais importantes no desenvolvimento dos primeiros módulos. Serão explicados seus motivadores, suas inovações, o alinhamento com as diretrizes e os possíveis desdobramentos futuros.

4.1 - Padronização de Entradas e Saídas Digitais

Uma das decisões mais importantes no projeto da SE Modelo foi a padronização das entradas e saídas digitais de todos os IEDs em ordem fixa, sejam equipamentos de controle ou de proteção. Esta definição tem um grande impacto: uniformiza o funcionamento de cada tipo de equipamento, nivelando as informações que devem receber e externalizar. Isto favorece enormemente os processos de parametrização e manutenção dos equipamentos, uma vez que diminui a quantidade de variáveis e exceções a serem verificadas.

Entretanto, existia um problema nesta padronização: as entradas e saídas deveriam ser eletricamente independentes, para serem utilizadas em circuitos diversos. Isto é um fator limitador: nem todos os fabricantes ofertam IEDs com esta característica, possuindo geralmente pontos agrupados ou multiplexados.

Para contornar este efeito colateral, o projeto da SE Modelo considerou que todas entradas e saídas de um IED devam estar num mesmo circuito e utiliza relés auxiliares para a interface entre outros circuitos. Deste modo, a solução empregada consegue conciliar as diretrizes de uniformização, de não-direcionamento e de foco na operação e manutenção.

4.2 - Proteções de Falha de Disjuntor

As proteções de falha de disjuntor são sistemas que devem ser bem elaborados, pois, quando atuam, produzem desligamentos em grande quantidade de funções de transmissão, podendo ocasionar *black-out* no SIN. Na Cemig GT, este tipo de proteção tem um histórico de atuações indevidas, provocadas principalmente por partidas falsas. Além disso, as recomendações mais recentes consideram que os relés de falha de disjuntor devem incorporar outras funções, como a partida sem corrente e a função zona morta (*end fault protection*).

A conjunção destes fatores motivou o grupo de trabalho da SE Modelo a consolidar uma nova concepção para as proteções de falha de disjuntor:

- O relé deve ter duas entradas digitais para a partida da proteção e cada uma deve possuir um caminho eletricamente distinto até a função de origem (saídas digitais separadas, contatos de relés auxiliares diferentes, etc). Somente com o acionamento simultâneo das duas entradas é disparada a proteção de falha de disjuntor.
- A função de falha deve ser partida tanto para faltas com alta corrente, quanto para atuações com baixa circulação de corrente (funções de sobretensão, proteções intrínsecas, etc), conforme últimas recomendações do ONS. Para o último caso, onde há maior sensibilidade da proteção, foi previsto o bloqueio da função quando o disjuntor estiver isolado.
- Todos os relés de falha aplicados na SE Modelo devem possuir funções de retrip e zona morta, com atuações e relés auxiliares distintas da função de falha de disjuntor.

Com estas medidas, pretende-se obter um sistema de proteção padronizado com mais funcionalidades e, ao mesmo tempo, imune a atuações indevidas. A Figura 2 apresenta como exemplo as entradas digitais da proteção de falha de disjuntor desenvolvida no Módulo 1, que emprega as definições descritas.

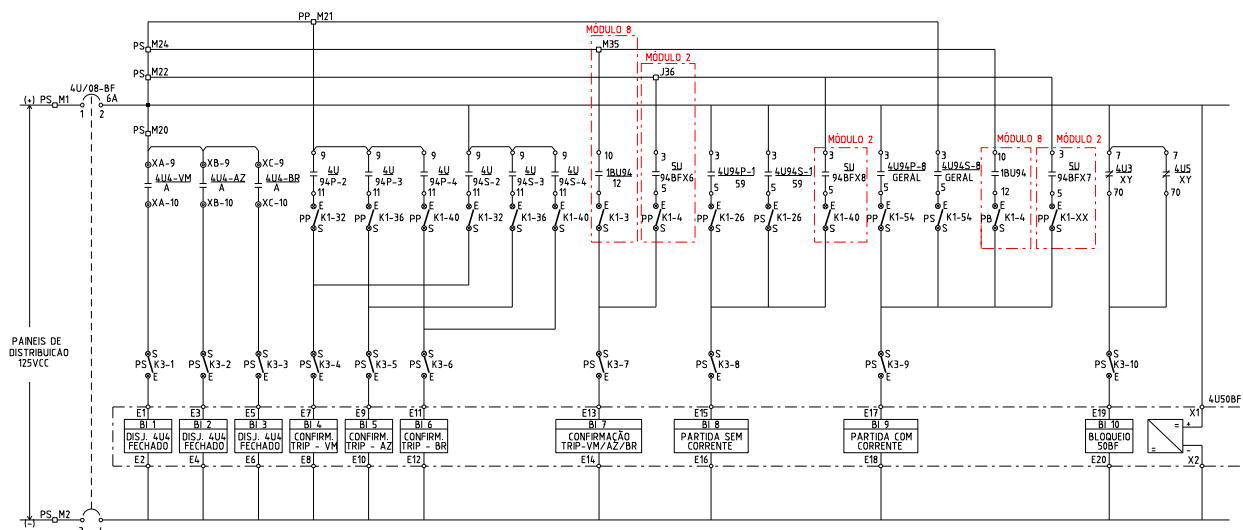


Figura 2: Exemplo de esquemático de falha de disjuntor

4.3 - Filosofia do Sistema de Controle

Para atender as diretrizes de não-direcionamento, foco na manutenção e compatibilidade com as instalações existentes e futuras, a concepção do Sistema de Controle da SE Modelo teve os seguintes desdobramentos:

- Foi adotada a arquitetura distribuída, com a utilização de Unidades de Aquisição independentes por módulo. Antes de fazer esta escolha, foi feito um levantamento das instalações existentes e verificado que esta concepção é compatível com a maioria os sistemas atuais. Além disso, a adoção da solução segue uma

tendência mercadológica, graças à popularização da norma IEC 61850, o que favorece a compatibilidade com implantações futuras.

- Ainda no esteio da norma IEC 61850, foi escolhida a plataforma *ethernet* para a comunicação entre equipamentos. Devido às características de empacotamento e abstração de camadas físicas, ela é uma plataforma que comporta diversos protocolos e aplicações, e também tem se tornado um padrão mercadológico.
- Os IEDs de proteção e de controle devem ser equipamentos separados e independentes. Um mesmo relé de proteção pode incluir várias funções de proteção, desde que compatíveis, mas não deve possuir lógicas de controle e comando. É permitido ao equipamento de proteção somente emitir alarmes e alguns estados de funcionamento interno.
- O sistema de controle deve atender o critério de redundância "N-1", ou seja, na falha de um dos componentes o sistema deve manter-se plenamente funcional. Para os casos de contingências duplas no sistema central de telecontrole, é prevista a operação em modo degradado através de recursos locais, como IHMs integradas nas Unidades de Controle.

4.4 - Definição das Réguas de Terminais

Aparentemente, o detalhamento das réguas terminais dos painéis tende a ser uma atividade simples e prosaica, sendo considerado mero acessório no projeto. Entretanto, a importância deste detalhe é muito subestimada, lembrando que o mau funcionamento de um único terminal pode comprometer uma instalação inteira.

Pensando neste aspecto de confiabilidade e também na maior legibilidade do projeto, decidiu-se pela padronização dos terminais na SE Modelo. Foram definidas as nomenclaturas de cada régua, os tipos de bornes aplicáveis e em quais ligações são utilizadas.

Um bom exemplo desta padronização é a definição dos bornes seccionáveis: eles serão utilizados nas entradas e saídas digitais dos IEDs (exceto nas saídas de *trip*, onde usa-se chaves de teste), e nos contatos dos relés auxiliares de desligamento. Inclusive, foi padronizada a representação da posição deste tipo de borne, que, em muitos casos, gerava dúvidas e equívocos do seu correto emprego. A Figura 2 mostra a utilização em um IED, onde os bornes seccionáveis são representados por lâminas com as letras "E" e "S" em seus terminais, que simbolizam as conexões de cada borne conforme sua posição de montagem.

4.5 – Serviços Auxiliares

Os serviços auxiliares de uma subestação são tão importantes quanto os sistemas de proteção e controle, pois são eles que garantem a alimentação de todos os equipamentos e circuitos da instalação. Por este motivo os serviços auxiliares tiveram grande atenção na SE Modelo.

Para o serviço auxiliar CC foi estabelecida a topologia padrão, indicando os equipamentos e filosofias deste sistema em SEs de transmissão. Neste filosofia, foi definido a utilização de barramentos separados para as cargas e as baterias, sendo as últimas conectadas por unidades diodo de queda. Serão utilizados três carregadores de bateria, onde um deles é o reserva intercambiável entre os barramentos. Foi padronizado, inclusive, o construtivo dos painéis de distribuição e interligação.

Para o sistema de serviço auxiliar de CA, os construtivos dos painéis também estão em desenvolvimento. A filosofia deste sistema considera a transferência automática das fontes de forma modular. Ou seja, se for incluída uma nova fonte CA neste tipo de sistema, não é necessário modificar os barramentos e painéis existentes, bastando a instalação de novo painel com poucas alterações no circuito de controle.

5.0 - CONCLUSÃO

Mesmo com o detalhamento dos módulos iniciais ainda não concluído, o desenvolvimento da SE Modelo trouxe ganhos significativos para a Cemig GT. Podemos citar principalmente o aumento do conhecimento do corpo técnico e da sinergia das diversas áreas da empresa. Além disso, o fórum de discussão criado neste trabalho se tornou o principal meio de resolução de problemas de ordem técnica. Nele, as questões e dificuldades são trazidas e discutidas, chegando a soluções acordadas por todas as equipes.

Dos vinte e quatro módulos previstos, três já estão concluídos e outros oito estão em fase avançada de desenvolvimento. A conclusão de todos os módulos está prevista para dezembro de 2015. A documentação dos

primeiros módulos já figura nos recentes editais de licitação, como especificações básicas dos sistemas de proteção e controle, e, portanto, já começam a ser concretizados no sistema elétrico Cemig GT.

A SE Modelo foi concebida para ser uma solução abrangente e unificadora, atendendo os objetivos e necessidades da Cemig GT. Por este motivo, será um produto em constante modificação: serão acrescentados novos módulos e os existentes serão modificados de acordo com as futuras demandas, sejam elas o surgimento de novas tecnologias, novas tendências de mercado, boas oportunidades de negócio ou a mudança nas normas e regulamentações do setor.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) **ANEEL**. Avaliação extraordinária dos sistemas de proteção de instalações da Rede Básica. Nota Técnica no. 058/2013-SRT-SFE/ANEEL. Brasília, 2013.
- (2) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Submódulo 2.3: Requisitos mínimos para transformadores e para subestações e seus equipamentos. (Procedimentos de Rede). Disponível em: <<http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/principalPRedeweb?openframeset>>. Acesso em: 10/03/2015.
- (3) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Submódulo 2.6: Requisitos mínimos para os sistemas de proteção e de telecomunicações. Rio de Janeiro, 2011. (Procedimentos de Rede). Disponível em: <<http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/principalPRedeweb?openframeset>>. Acesso em: 10/03/2015.
- (4) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Submódulo 2.7: Requisitos de telessupervisão para a operação. Rio de Janeiro, 2011. (Procedimentos de Rede). Disponível em: <<http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/principalPRedeweb?openframeset>>. Acesso em: 10/03/2015.
- (5) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Filosofias das Proteções dos Transformadores da Rede de Operação. Relatório ONS RE 3/200/2012. Rio de Janeiro, 2012.
- (6) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Filosofias das Proteções das Linhas de Transmissão de Tensão Inferior a 345kV da Rede de Operação. Relatório ONS RE 3/220/2012. Rio de Janeiro, 2012.
- (7) **OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO**. Filosofias das Proteções das Linhas de Transmissão de Tensão Iguais e Superiores a 345kV da Rede de Operação. Relatório ONS RE 3/109/2011. Rio de Janeiro, 2011.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ezequiel Rabelo de Aguiar nasceu na cidade de Carmo de Cajuru, interior de Minas Gerais (Brasil), em 25 de abril de 1980. cursou Engenharia Elétrica na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), graduando-se no ano de 2004. Obteve o título de Mestre em 2007 no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com o tema "Análise de Resposta em Frequência Aplicada a Transformadores de Potência". Desde 2006 atua como Engenheiro de Projetos do Sistema Elétrico na Cemig GT, onde desenvolve projetos de proteção e controle de subestações de transmissão.



Adilson Márcio Silva nasceu na cidade de Juiz de Fora, interior de Minas Gerais (Brasil), em 06 de novembro de 1966. Graduou-se em Engenharia Elétrica no ano de 1998 pela Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ-MG). É pós-graduado em Sistemas Elétricos de Potência com ênfase em Supervisão, Proteção e Controle, curso de especialização do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), concluído em 2005. Ingressou na Cemig GT em 1984 e desde 1999 atua como Engenheiro de Projetos do Sistema Elétrico, onde desenvolve projetos de proteção e controle de subestações de transmissão.