



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

DANIEL CARLOS PEREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande – PB
Julho de 2014

DANIEL CARLOS PEREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado
submetido ao Centro de Engenharia
Elétrica e Informática da Universidade
Federal de Campina Grande como
requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Empresa: Interest Engenharia Ltda.

Período de Estágio: 09/10/2013 à 09/04/2014

Orientador

Professor João Batista Morais dos Santos, D. Sc.

Campina Grande – PB
Julho de 2014

DANIEL CARLOS PEREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado
submetido ao Centro de Engenharia
Elétrica e Informática da Universidade
Federal de Campina Grande como
requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Aprovado em 03/07/2014

Professor João Batista Moraes dos Santos, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Professor Gutemberg Gonçalves dos Santos Júnior, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Campina Grande – PB
Julho de 2014

Dedico à Deus, à minha família e ao Departamento de Engenharia Elétrica.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos irão primordialmente à Deus, verbo da vida e fonte de amor incondicional, e em seguida, à minha família, em especial, aos meus pais pelo carinho e apoio para enfrentar este desafio árduo de curso exigente e de alto nível, porém gratificante e prazeroso.

Agradeço aos amigos, que na ausência dos familiares, tornaram-se meus irmãos, pessoas que tenho o mais absoluto apreço.

Agradecimento ao meu orientador pela oportunidade de trabalhar sobre seu cajado de grande sabedoria e dedicação.

Agradecimento em especial ao departamento pelo esforço e dedicação para oferecer um curso de qualidade, e pelo acolhimento e atendimento carinhoso e fraternal.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original. ”

Albert Einstein

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relé de Proteção Eletromecânico	10
Figura 2: Relé de Proteção Digital	2
Figura 3: Sistema Interligado CHESF	4
Figura 4: Unidade Lógica.....	5
Figura 5: Entradas Digitais de Relé de Proteção	8
Figura 6: Saídas Digitais de Relé de Proteção	9
Figura 7: Diagrama Lógico	10
Figura 8: Relé Schweitzer SEL 421	10
Figura 9: Visão Funcional do Relé num Esquema de Barra Dupla à Quatro chaves	11
Figura 10: AcSELeRator QuickSet.....	12
Figura 11: Comunicação Relé - Estação de Trabalho.....	13
Figura 12: Panorama Funcional - P442	14
Figura 13: Relé Areva Micom P442	14
Figura 14: Micom S1 Studio - Settings	15
Figura 15: Micom S1 Studio - PSL.....	16
Figura 16: Omicron CMC 356.....	17
Figura 17: Test Universe	17
Figura 18: QuickCMC	18
Figura 19: Arquitetura do Sistema - SE Bongí	20
Figura 20: SAGE SE Sobradinho 230kV	20
Figura 21: Painel de Proteção - Link de Geração.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronograma de Execução.....19

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
SUMÁRIO	IX
1. INTRODUÇÃO	10
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	2
2.1. Engenharia de Campo	2
3. OBEJTIVOS	3
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
4.1. Descrição de Subestação de Energia.....	3
4.2. Proteção em Sistemas Elétricos de Alta e Extra Alta Tensão	4
4.3. Relés Digitais de Proteção.....	5
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	7
5.1. Estudo de Diagramas Funcional, de Fiação, de Interligação e Lógicos.....	7
5.2. Estudo do Relé Digital de Proteção de Distancia Schweitzer – SEL 421	10
5.2.1. AcSelerator Quickset.....	12
5.3. Estudo do Relé Digital de Proteção de Distancia Areva – Micom P422	13
5.3.1. Micom S1 Studio	15
5.4. Curso de Proteção de LT's	16
5.4.1. Caixa de Teste Omicron CMC 356	16
5.5. Retrofiting de Proteções de Linhas de Transmissão e Links de Geradores.....	18
5.5.1. Visitas Técnicas às Subestações.....	19
5.5.2. Projeto de Substituição das Proteções	20
5.5.3. Implantação e Comissionamento das Novas Proteções.....	21
6. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXOS	25
ANEXO A – Diagrama Unifilar da Subestação	25
ANEXO B – Diagrama Unifilar da LT	25
ANEXO C – Diagrama Trifilar da LT	26

1. INTRODUÇÃO

Neste relatório será descrito os estudos realizados, atividades desenvolvidas e procedimentos implementados durante o estágio realizado na Interest Engenharia Ltda, mais precisamente, no processo de retrofiting licitado pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) para substituição de proteções de linhas de transmissão (LT's) e links de geração de seu sistema de alta e extra alta tensão.

Este processo de retrofiting é decorrente da vulnerabilidade do sistema elétrico à defeitos e falhas diversas por fatores internos e externos. Esta susceptibilidade do sistema elétrico, em grande parte, dar-se-á das proteções ultrapassadas baseadas em equipamentos eletromecânicos ou estáticos (Figura 1), onde o grande número de componentes e os desgastes pelo tempo de uso acarretam em diminuição da confiabilidade de correta atuação devido às faltas ou defeitos de modo a minimizar os impactos no sistema elétrico. Com a evolução da eletrônica digital, os hardwares ficaram mais compactos, versáteis e eficientes, de modo que, diversas funções de proteções dantes realizadas em equipamentos dedicados agora podem ser desenvolvidas por um único equipamento. Ainda possibilita uma organização em redundância que traz ao sistema uma maior confiabilidade na proteção das LT's e links.



Figura 1: Relé de Proteção Eletromecânico (Acervo da Interest Engenharia)



Figura 2: Relé de Proteção Digital (www.energy.siemens.com)

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Interest Engenharia, fundada em 1990, é uma empresa especializada em consultoria e projetos de engenharia de sistemas de transmissão e geração de energia elétrica. Em seu portfólio incluem-se ainda os serviços de acompanhamento e fiscalização de obras e os serviços de instalação, montagem e retrofit de painéis de proteção e controle.

O corpo técnico da Interest é formado por engenheiros e técnicos, com reconhecida experiência, que se destacaram durante a sua carreira profissional, nas áreas de projetos e implantação de sistemas elétricos de potência, envolvendo-se diretamente com vários empreendimentos de destaque da engenharia nacional.

A Interest está localizada na cidade do Recife, contando com infraestrutura adequada à sua área de atuação, ocupando 230m² de escritórios, rede de aproximadamente 40 estações de trabalho e softwares de engenharia de última geração.

2.1. Engenharia de Campo

- Acompanhamento de Testes de Aceitação em Fábrica (TAF) e Testes de Aceitação em Campo (TAC) de sistemas digitais de proteção e controle;
- Gerenciamento e acompanhamento de obras de subestações e usinas;
- Fiscalização de subestações e usinas em operação;
- Fiscalização de montagem;

- Retrofit para substituição de sistemas de proteção eletromecânicos ou estáticos por sistemas digitais;
- Montagem e instalação de sistemas de medição, proteção, comando, controle e supervisão;
- Inspeção técnica de materiais e equipamentos elétricos.

3. OBEJTIVOS

O estágio decorreu num período de 6 meses com carga horário de 40 horas semanais. Durante o estágio, as atividades realizadas foram:

- Verificação de consistência do projeto de substituição de proteções;
- Inspeção Técnica de painéis de proteções fabricados;
- Testes de aceitação em fábrica dos painéis fabricados;
- Comissionamento dos painéis fabricados;
- Adequação do sistema supervisor SAGE para o relé digital.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema elétrico brasileiro, também conhecido de Sistema Interligado Nacional (SIN), é dividido em quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. A interligação do sistema é realizada através de subestações. A Chesf é responsável pelo subsistema Nordeste. Neste sistema encontram-se subestações que atendem a segmentos de geração, transmissão e/ou subtransmissão de energia.

4.1. Descrição de Subestação de Energia

Uma subestação de energia (SE) é uma central de controle de fluxo energético e de transformação de tensão para transmitir energia elétrica dos locais de geração até as concessionárias de distribuição e consumidores industriais. Uma SE é formada por um conjunto de equipamentos de manobra e transformação utilizados para direcionar o fluxo de

energia através o sistema de potência, e de dispositivos de proteção capazes de detectar faltas e isolar os trechos afetados do sistema. Pode ser classificada em dois tipos: SE Transformadora, onde ocorre transformação de tensões através de autotráfos, transmitindo a energia em tensões elevadas para diminuição das perdas no sistema, ou SE Seccionadora, que permite a interconexão e divisão de sistema em diversas rotas de transmissão.

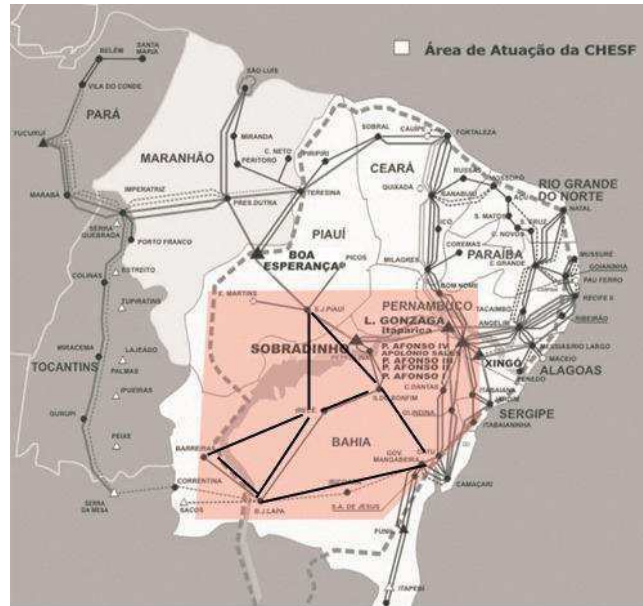


Figura 3: Sistema Interligado CHESF (Acervo da Interest Engenharia)

4.2. Proteção em Sistemas Elétricos de Alta e Extra Alta Tensão

A proteção do sistema de alta e extra alta tensão é de grande importância para integridade e segurança da transmissão de energia. A introdução de relés digitais traz um significativo aumento na confiabilidade e na diminuição do hardware atrelado a proteção das LT's e links.

Um sistema de proteção é composto por disjuntores, chaves seccionadoras, transformadores de instrumentação, para-raios, carrier e relés. Os elementos disjuntores e chaves seccionadores são utilizados para interligar ou isolar uma LT no barramento que está conectado ao sistema. Os transformadores de instrumentação são usados no sistema de medição de tensão (TP) e corrente (TC). Eles abaixam os valores de tensão e corrente para níveis aceitáveis para os medidores internos dos relés ou externos para supervisão.

4.3. Relés Digitais de Proteção

Os relés digitais ou IEDs (Intelligent Electronic Devices) são dispositivos multitarefas. Executam as funções de proteção, controle, automação, medição e monitoramento dos sistemas elétricos, tudo em um único hardware. Ainda contém algumas ferramentas de extrema utilidade como localizador de falta e análise transitória de faltas.

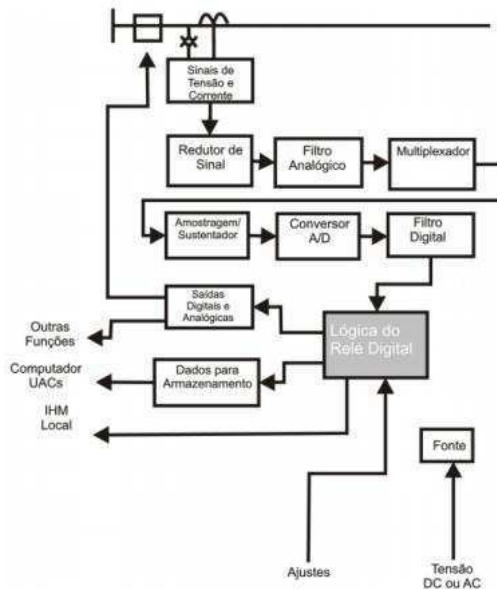


Figura 4: Unidade Lógica (Manual de Instrução Relé SEL 421)

Nos relés é implementada a filosofia de proteção inerentes à LT ou link com o objetivo incidir sob os defeitos ou faltas um sinal de abertura de disjuntor (TRIP) de modo a anular os efeitos sobre o restante da transmissão. Uma filosofia de proteção é um conjunto de funções que são ativadas individualmente a partir de faltas com características singulares. A característica de uma função existente num relé depende dos valores de medições de tensão e corrente da LT ou link e dos sinais monitorados pelo relé em suas entradas binárias. A partir da ativação de uma das funções da filosofia adotada para o relé, há envios de sinais de TRIP para disjuntores e de indicação das características do tipo de falta ocorrido. O processamento do relé é realizado por meio de uma unidade lógica contendo blocos funcionais exemplificado na figura 4.

De maneira geral estes blocos realizam as seguintes funções:

- Entrada Analógica: Bloco por onde entram os sinais analógicos das correntes e tensão via transformador de corrente (TC) e transformador de potencial (TP);
- Redutor de Sinal: Produz adaptação dos sinais de entrada ao circuito do relé digital. Neste bloco, transformadores auxiliares produzem o desacoplamento físico entre os circuitos de entrada e de saída;
- Filtro Analógico: De acordo com a necessidade da função requerida, realiza uma filtragem dos sinais indesejados;
- Multiplexador: Faz a multiplexação dos sinais de entrada;
- Amostragem e sustentação: Prepara os sinais analógicos em sinais de amostragem por ciclo para a conversão em sinais digitais;
- Conversor A/D: Transforma os sinais amostrados em sinais digitais;
- Filtro Digital: Estabiliza os sinais digitais;
- Lógica do relé: Faz a lógica de operação do relé, a qual depende do algoritmo aplicado e da função de proteção desejada. Este bloco pode conter entradas digitais capazes de alterar a lógica de proteção do relé informando, por exemplo, o estado de disjuntores e chaves seccionadoras;
- Saídas digitais e analógicas: São destinadas a cumprir as funções do relé, podendo estar associadas a alarmes, controles, dados para supervisão, comando para outros relés e principalmente comando de abertura para disjuntores;
- Bloco de registro de eventos e oscilografia: Armazena dados necessários para efetuar análise do desempenho da atuação da proteção e das condições do sistema durante a ocorrência da falta;
- Interface Homem-Máquina (IHM): Dependendo do relé de proteção pode ser realizada diretamente no aparelho, através de um computador local ou de maneira remota.

Busca-se numa proteção de LT's e links algumas propriedades básicas, entre elas:

- Seletividade: maximizar a continuidade do serviço de transmissão de energia, desconectando o mínimo do sistema em situações de falta;

- Desempenho: facilitar o desenvolvimento de lógicas e configuração de parametrização sem a necessidade ajustes individuais;
- Velocidade de operação: minimizar o tempo de duração da falta e conseqüente perigo para os equipamentos;
- Simplicidade: mínimo de equipamentos de proteção e circuitos elétricos associados para executar os objetivos da filosofia de proteção desejada;
- Flexibilidade: possibilidade de atualizações de versões sem grandes intervenções no sistema, adaptação os parâmetros automaticamente a partir de correções nas condições do sistema e comunicação entre si;
- Economia: máxima proteção com o mínimo de custo.

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

5.1. Estudo de Diagramas Funcional, de Fiação, de Interligação e Lógicos

Para um projeto elétrico de uma linha de transmissão ou link de geração são elaborados diversos desenhos que descreve a estrutura física e lógica associada a ela. O principal documento de uma linha de transmissão chama-se diagrama funcional. Nele está contido todas as informações referente a linha, desde os equipamentos de campo como os componentes que irão proteger e supervisiona-la. Esse caderno contém o diagrama unifilar da subestação e da LT e trifilar da LT, que são diagramas que mostram a chegada da linha na subestação e como está ligada nos demais dispositivos da subestação, apresenta a distribuição dos potenciais associado a cada circuito e os pontos ligados a eles. Apresenta ainda as entradas e saídas digitais do relé e também os relés auxiliares utilizados para multiplicação de contatos. Também é encontrado a lógica de intertravamento e de proteção que será gravada no relé.

Outros documentos importantes são os diagramas de fiação e interligação. Nos desenhos de fiação estão todas as ligações feitas entre componentes em um mesmo painel. Assim, para cada painel que está associado a LT é emitido um diagrama de fiação do mesmo. Já o caderno de interligações abrange todas as ligações realizadas entre os painéis, isto é , de um painel para outro. É emitido apenas um diagrama destes contendo todas as ligações entre painéis e os cabos utilizados para esta finalidade.

A primeira atividade desenvolvida no estágio foi a familiarização com a leitura dessa documentação, de forma que fosse possível identificar as características e a filosofia de proteção de cada LT para uma correta programação e parametrização do relé a fim de atender as exigências do projeto.

Outra informação encontrada no caderno funcional exemplifica as entradas e saídas de sinais para o relé digital. São exemplos de sinais de entrada: posições das chaves seccionadoras, estado dos disjuntores, sinais de sensores de pressão e corrente dos equipamentos. Também são utilizadas como entradas, sinais provenientes de equipamentos de telecomunicações, utilizados para teleproteção.

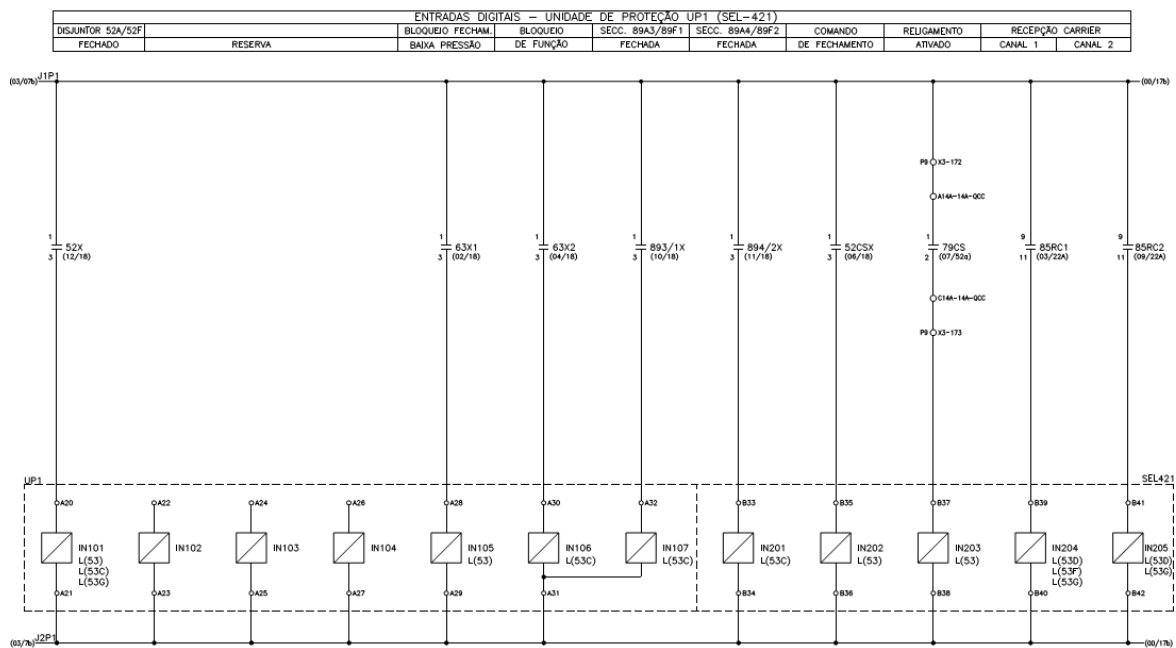


Figura 5: Entradas Digitais de Relé de Proteção (Diagrama Funcional – SE Sobradinho Vão A LT 04S1)

As saídas de um relé estão associadas a abertura e fechamento do disjuntor, envio de sinais de telecomunicações e envio de sinais de sinalização e alarmes para o sistema supervisor ou anunciadores de eventos e unidades remotas de telecomunicação.

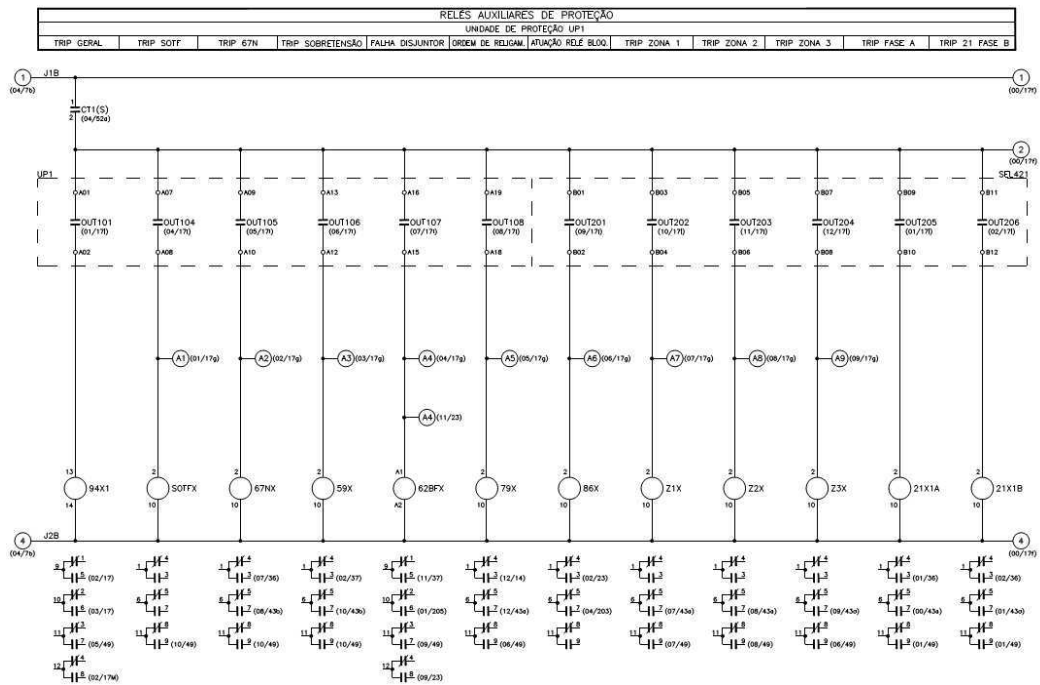


Figura 6: Saídas Digitais de Relé de Proteção (Diagrama Funcional – SE Sobradinho Vão A LT 04S1)

Os diagramas lógicos são uma exemplificação do comportamento do relé no processamento das funções ativadas nele através de circuitos lógicos, utilizando portas lógicas e blocos e sinais específicos do próprio relé. Os sinais e blocos lógicos variam de relé para relé, de acordo com fabricante de cada equipamento. A figura 7 apresenta uma página do diagrama lógico de um relé SEL 421 (Schweitzer Engineering Laboratories) utilizada para acionar Trip de proteção de distância.

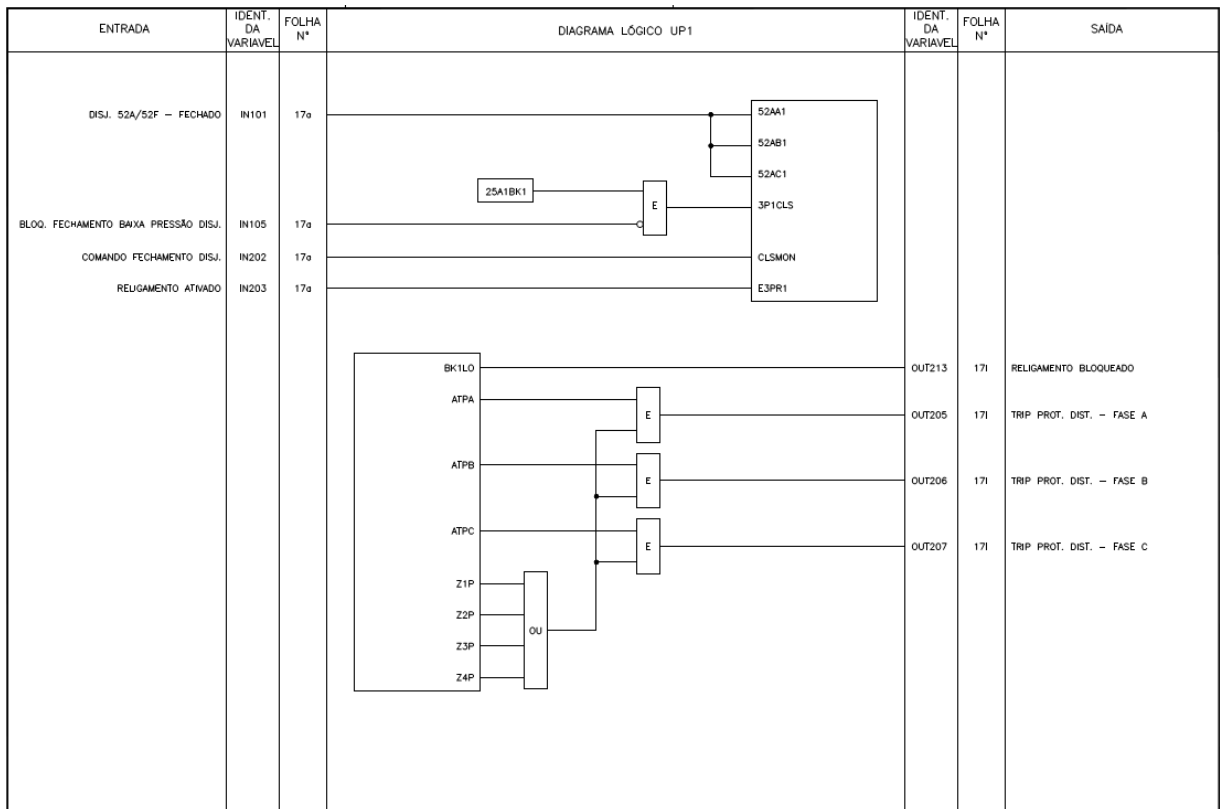


Figura 7: Diagrama Lógico (Diagrama Funcional – SE Sobradinho Vão A LT 04S1)

5.2. Estudo do Relé Digital de Proteção de Distancia Schweitzer – SEL 421



Figura 8: Relé Schweitzer SEL 421 (www.selinc.com.br)

O SEL 421 contém todos os elementos de proteção e lógicas de controle necessários para proteger linhas de transmissão aéreas e cabos subterrâneo. O relé mede simultaneamente cinco zonas de proteção de distância Mho de fase e terra e cinco zonas de proteção de distância de terra quadrilateral. Esses elementos de distância, em conjunto com os elementos opcionais direcionais de alta velocidade, seleção de fases em falta e distância de alta velocidade, são

aplicados em esquemas de proteção de distância com zonas temporizadas e esquemas de teleproteção.

Esses relés estão sendo utilizados no retrofit de todos os terminais de 500 kV. Na figura 9 é apresentado uma visão funcional simplificada do relé instalado na proteção de uma LT.

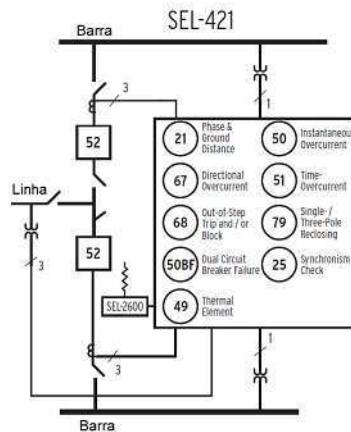


Figura 9: Visão Funcional do Relé num Esquema de Barra Dupla à Quatro chaves (www.selinc.com.br)

Os números indicados dentro da caixa que representa o relé são as funções de proteção que o usuário pode ativar de acordo com a sua necessidade de projeto. A nomenclatura é padronizada pela ANSI (American National Standards Institute) e para os números indicados tem as seguintes proteções:

- 21: Proteção de distância;
- 67: Proteção direcional de sobrecorrente;
- 68: Proteção de bloqueio por oscilação de potência;
- 50BF: Falha de disjuntor;
- 49: Proteção por temperatura;
- 50: Proteção de sobrecorrente instantânea;
- 51: Proteção de sobrecorrente temporizada;
- 79: Lógica para religamento do disjuntor;
- 25: Lógica para verificação de sincronismo.

5.2.1. AcSElerator Quickset

O software AcSElerator Quickset é uma ferramenta utilizada para parametrizar os ajustes de todos os relés da SEL. Ele pode ser utilizado para configurar as funções de proteção necessárias, analisar os registros de faltas através das respostas dos elementos do relé, visualizar os níveis de harmônicos e fasores em tempo real, monitorar o sistema de energia em que está instalado, executar comandos através de comunicação serial e desenvolver ajustes on-line. A lógica no AcSElerator é feita por linhas de código. As ferramentas básicas para desenvolvimento das equações de controle SELOGIC são os Relay Word bits, grandezas digitais cujo valor lógico é 0 ou 1. Os termos habilitar ou habilitado referem-se a um Relay Word bit que tem o valor 1 ou está mudando de 0 para 1. Já os termos desabilitar ou desabilitado referem-se a um Relay Word bit que tem o valor 0 ou está mudando de 1 para 0. Diversos elementos do relé habilitam ou desabilitam esses elementos, usando-os na lógica interna fixa para tomar decisões, interpretar as entradas ou para acionar as saídas. Esses mesmos bits são disponibilizados para o usuário, de forma que ele possa ter flexibilidade para definir entradas ou saídas, especificar as variáveis de controle para lógicas internas, ou para criar uma lógica especial personalizada através do uso das equações de controle SELOGIC.

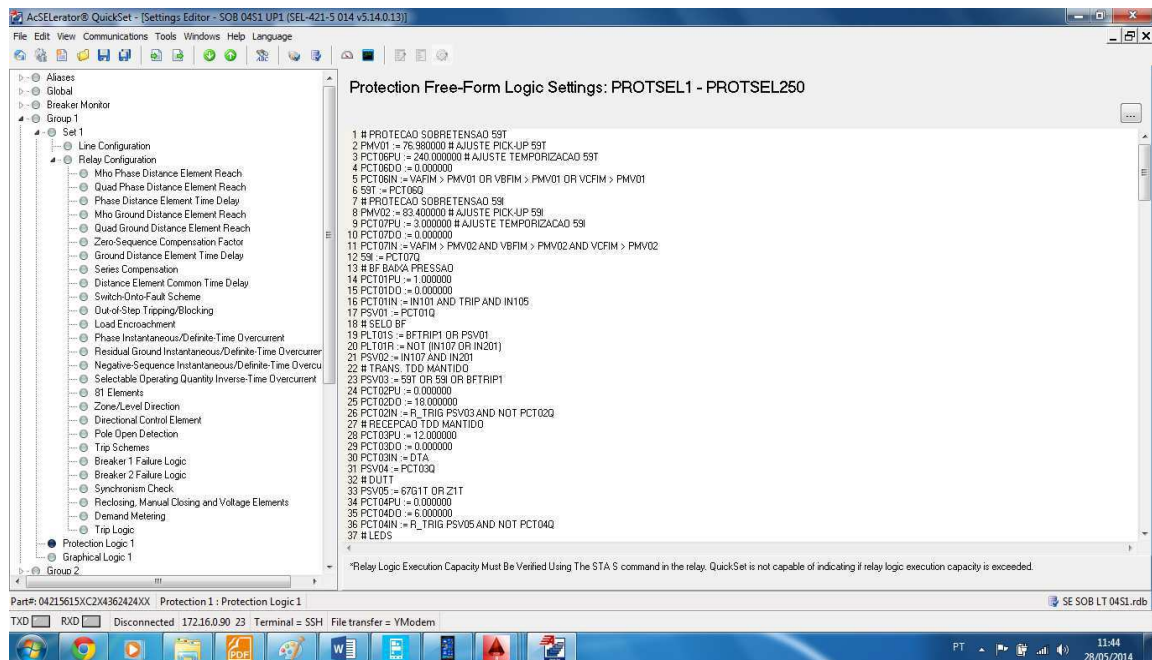


Figura 10: AcSElerator QuickSet

A comunicação com o relé é feita ao clicar em Communication na tela inicial. Com isso, é aberta uma janela denominada Communication Parameters, onde é possível selecionar o tipo de comunicação e vários outros parâmetros como, por exemplo, a velocidade de envio e recebimento de dados. O dispositivo utilizado, neste caso, foi um cabo conversor USBSerial.

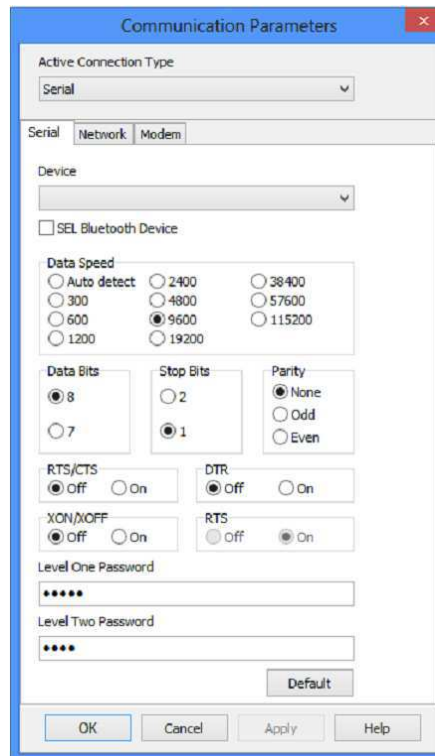


Figura 11: Comunicação Relé - Estação de Trabalho

5.3. Estudo do Relé Digital de Proteção de Distancia Areva – Micom P422

O relé de proteção de distância P442 pode ser usado para uma larga faixa de linhas aéreas e cabos subterrâneos em sistemas de alta e extra alta tensão. O P442 possui uma biblioteca suplementar de lógica de esquema de canal auxiliar (teleproteção) e proteções de retaguarda. Isso prover proteção completa (quatro grupos de conjurações alternativas) para sistemas aterrados solidamente de níveis de tensão de distribuição a transmissão. Pode-se observar um panorama básico com as funções do relé.

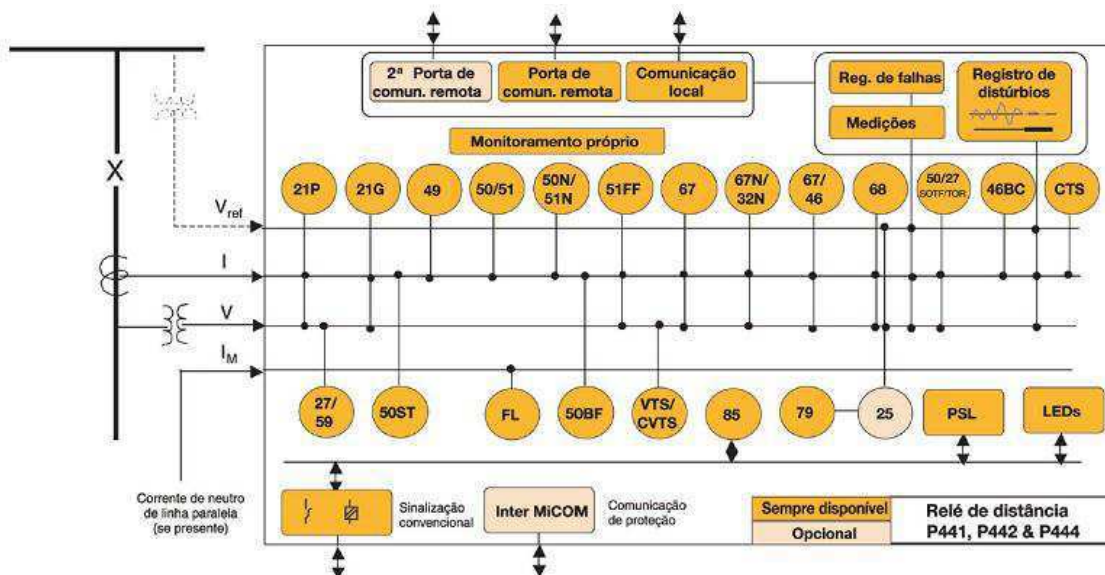


Figura 12: Panorama Funcional - P442 (Manual Técnico Areva Micom P442)

O Micom P442, da Areva, assim como SEL 421, contém os elementos de proteção e lógicas de controle para LT's. O relé possui o esquema de cinco zonas de proteção de distância Mho de fase e com direcional de terra (DEF) e cinco zonas de proteção de distância de terra quadrilateral que também são aplicados em esquemas de proteção de distância com zonas temporizadas e esquemas de teleproteção.



Figura 13: Relé Areva Micom P442 (www.schneider-eletric.com)

Diferente do SEL 421, o relé Micom P442 tem aplicação para disjuntor único. Possui um conjunto completo de recursos de monitoramento, controle e gravação mais localizador de faltas, religamento automático e verificação de sincronismo.

5.3.1. Micom S1 Studio

Para parametrizar os ajustes e desenvolvimento da lógica de proteção para o relé Micom P442, o software disponibilizado é o Micom S1 Studio. Ele configura as funções de proteção, faz análise dos registros das faltas através das respostas dos elementos do relé, visualiza os fasores em tempo real, monitora o sistema de energia em que está instalado, executa comandos através de comunicação serial. A lógica no Micom P442, diferente do SEL 421 é feita por blocos e portas lógicas.

A parametrização do P442 se dá em uma interface chamada Programmable Scheme Logic (PSL). Nesta interface são definidas quais proteções devem atuar e como devem atuar. As grandezas digitais internas do relé são chamadas de DDBs, similar Word Bits no SEL 421.

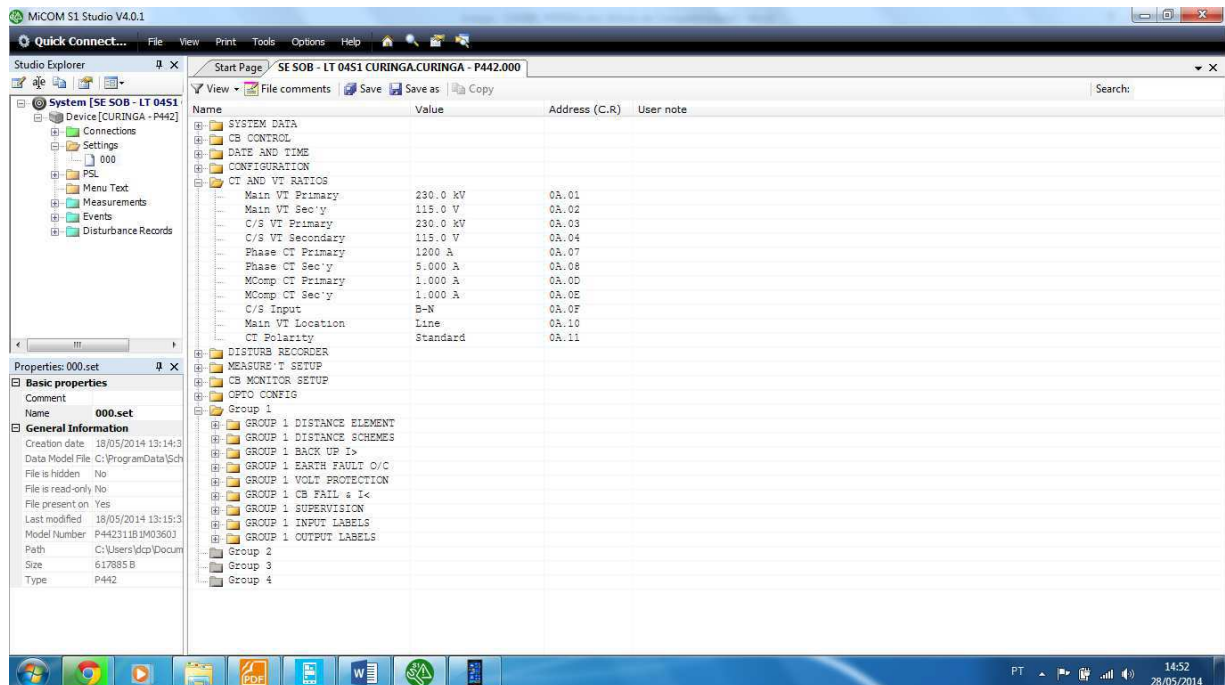


Figura 14: Micom S1 Studio - Settings

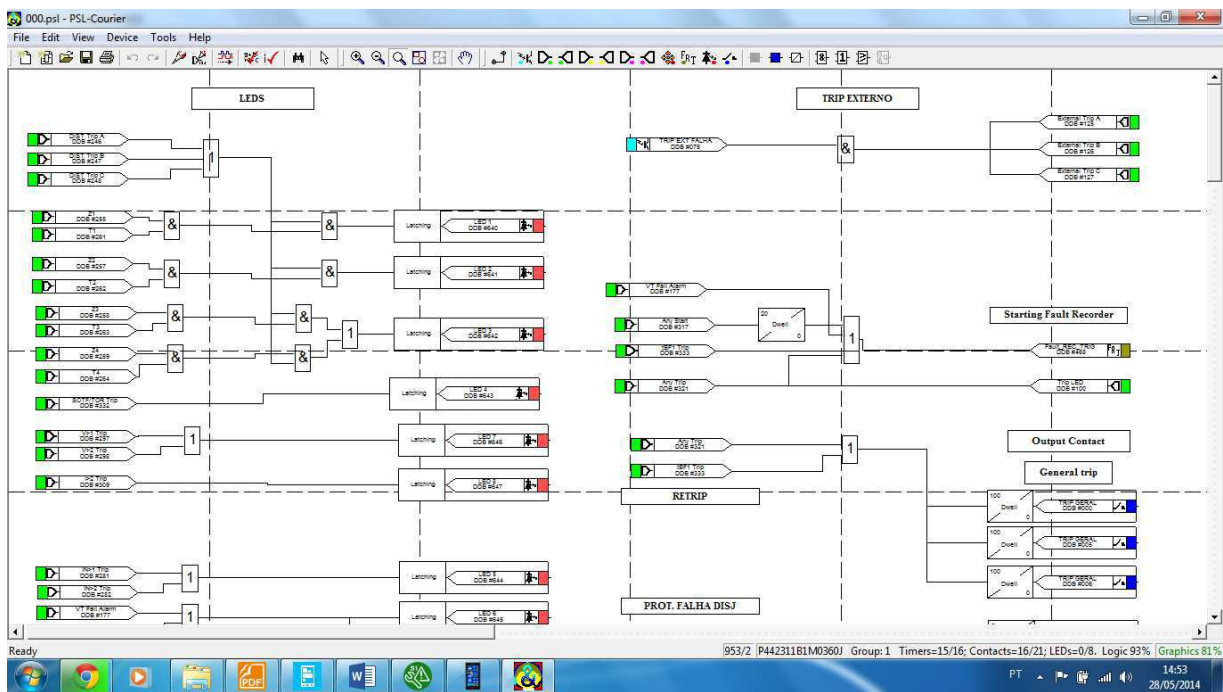


Figura 15: Micom S1 Studio - PSL

5.4. Curso de Proteção de LT's

O curso de proteção de linhas de transmissão foi ministrado pelo técnico em eletrotécnica da Chesf Antônio Carlos com uma carga horária de 40 horas. O treinamento teve a finalidade de mostrar a engenheiros e técnicos a filosofia das proteções utilizadas num terminal de linha contexto dos esquemas de MPCCS (Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão). Foram vistas aplicações no rele P442, além de critérios e procedimentos para testes de comissionamento.

5.4.1. Caixa de Teste Omicron CMC 356

O CMC 356 é a solução universal para testar todos tipos de relés de proteção. Possui seis fontes de corrente e 3 fontes de tensão. Permitem testar todas as funções (sobrecorrente, direcional, distancia, etc.) sob qualquer condição de curto. Permitem ainda a verificação dos ajustes parametrizados dos relés além da identificação de problemas funcionais nos mesmos.

O equipamento CMC 356 é utilizado conjuntamente com um software chamado Test Universe. O software é uma interface de comunicação do operador com o equipamento onde é

possível configurar e controlar o hardware. Neste software é disponibilizada várias ferramentas para o manuseio da caixa de teste. As ferramentas mais utilizadas nos TAF e nos comissionamentos são QuickCMC e State Sequencer, onde pode-se simular as condições de falta na LT. A comunicação entre a estação de trabalho e o CMC 356 é realizada através de porta ethernet. O software possui um suporte para detecção de erro de comunicação entre a estação e o equipamento. O dispositivo possui também ainda 10 entradas e 4 saídas, um circuito DC e um circuito auxiliar, todos configuráveis.



Figura 16: Omicron CMC 356 (www.omicron.at)

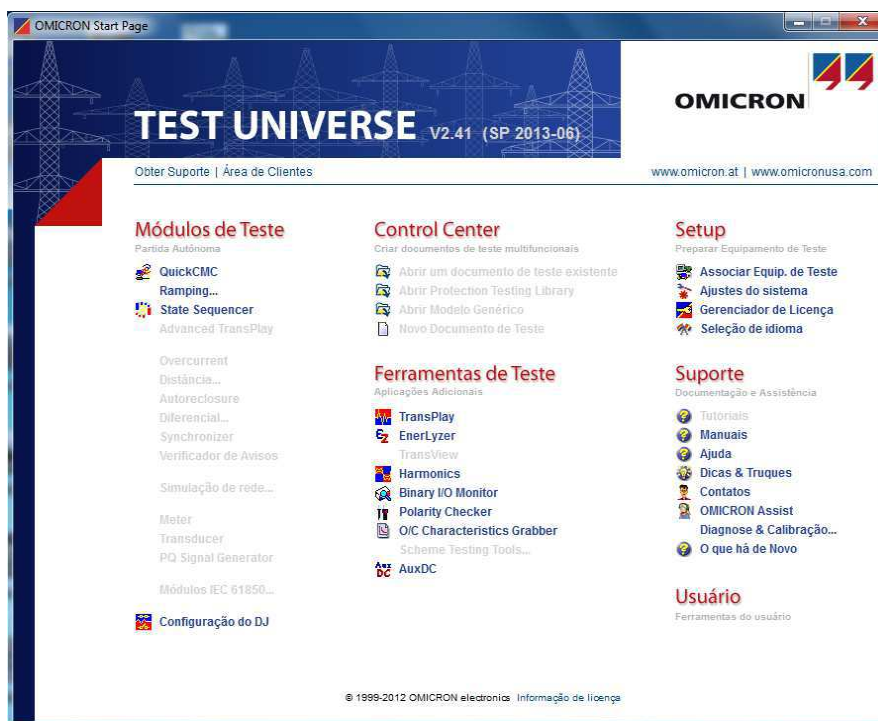


Figura 17: Test Universe

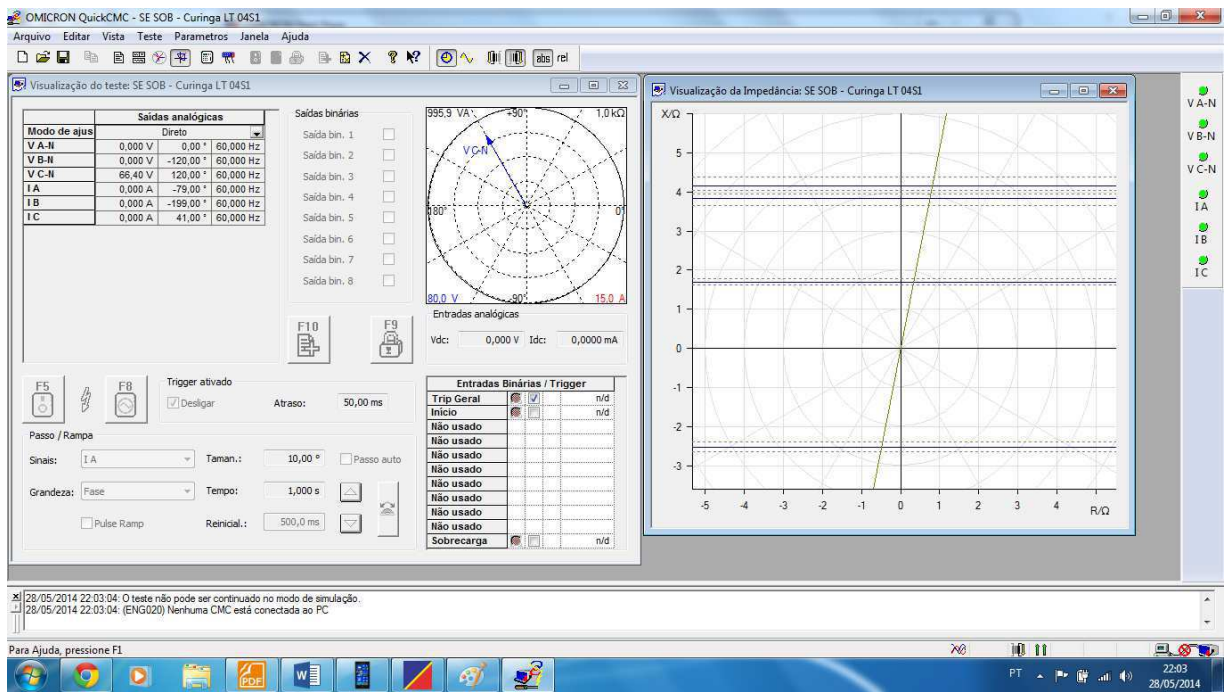


Figura 18: QuickCMC

O QuickCMC funciona como um painel de controle manual para a mala de testes, enquanto o State Sequencer possibilita uma automatização dos testes a realizar. Todas as opções existentes na mala são acessíveis através destas ferramentas. Os ajustes das tensões e correntes dos geradores de sinais podem ser feitos através da introdução de valores numéricos nos campos especificados ou através de um clique sobre o diagrama fasorial, possibilitando a geração de sinais assimétricos. Todos os resultados dos testes ficam armazenados através de um relatório de testes gerados automaticamente.

5.5. Retrofitting de Proteções de Linhas de Transmissão e Links de Geradores

O retrofit de uma proteção é constituído por etapas que são executadas cronológica e sequencialmente. Como é fruto de uma licitação, as datas e prazos pra cada etapa é definido em conjunto com a Chesf. Dentre as etapas estão a visita técnica, projeto de substituição, inspeção e TAF, comissionamento e emissão do conforme construído dos diagramas da LT.

Tabela 1: Cronograma de Execução

MRR_RCD 04C4	DATA FINAL
LEVANTAMENTO DE CAMPO E OBTENÇÃO DE CÓPIA DOS DESENHOS EXISTENTES	03/05/2013
ELABORAÇÃO RELATORIO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO	07/05/2013
ELABORAÇÃO PROJETO EXECUTIVO (INCLUI MD / LISTA PONTOS / QUANT. CABOS)	10/07/2013
ELABORAÇÃO ESTUDOS DE PARAMETRIZAÇÃO E GRADUAÇÃO DAS PROTEÇÕES	12/07/2013
PROJETO APLICAÇÃO CURINGAS	22/07/2013
ANALISE DO PROJETO EXECUTIVO	31/07/2013
RESGATE PNL CURINGA P442	14/08/2013
TESTE CURINGA	21/08/2013
OBRA - MOBILIZAÇÃO	02/09/2013
OBRA - PREPARAÇÃO CURINGA	06/09/2013
1º DESLIGAMENTO - INSTALAÇÃO DOS CURINGAS	08/09/2013
LIBERAÇÃO DE PONTOS QUENTES	09/09/2013
RETROFIT - MONTAGEM E PRÉ-COMISSIONAMENTO	13/09/2013
COMISSIONAMENTO	20/09/2013
INTEGRAÇÃO	27/09/2013
2º DESLIGAMENTO - RETIRADA CURINGAS / ENERGIZACÃO	29/09/2013
CONFORME CONSTRUÍDO (AS BUILT)	25/11/2013

5.5.1. Visitas Técnicas às Subestações

As visitas técnicas são a primeira etapa do processo do retrofit. Nessa fase, são repassados os desenhos da LT para copiar para serem utilizados para projetar a substituição da proteção. Além disso, nesse ponto são catalogadas todas as informações possíveis para familiarização, desde estruturas físicas, peculiaridades, supervisórios e infraestrutura de rede.

Uma das observações a serem feitas era sobre a existência de SAGE na subestação. Havendo SAGE, é solicitado o banco de dados juntamente com IHM, para que de forma previa possa ser planejado e editado os novos pontos que devem sinalizar para o sistema durante o comissionamento.

O Diagrama de Arquitetura do Sistema é outro desenho utilizado no retrofit e, sempre que existente é solicitado. Este digrama é utilizado para planejar a integração dos novos relés no SAGE e no sistema vital. No caso da SE Bongí, não existia este documento, mas com base em no que foi coletado, pôde-se elaborar um esquema da arquitetura atual da subestação, conforme figura 19.

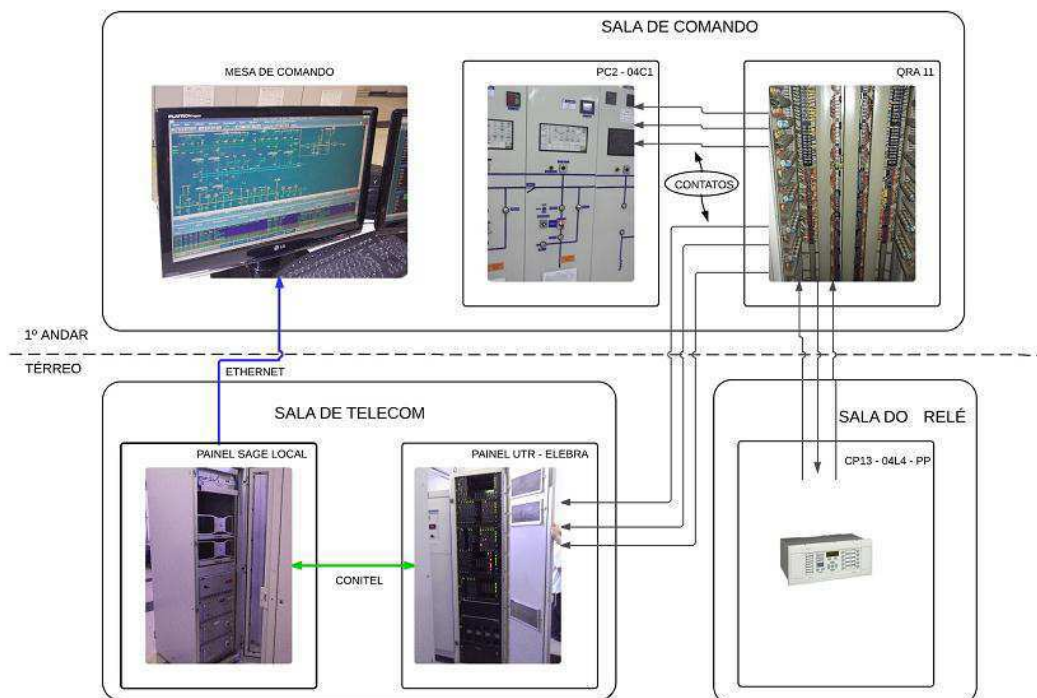


Figura 19: Arquitetura do Sistema - SE Bongi

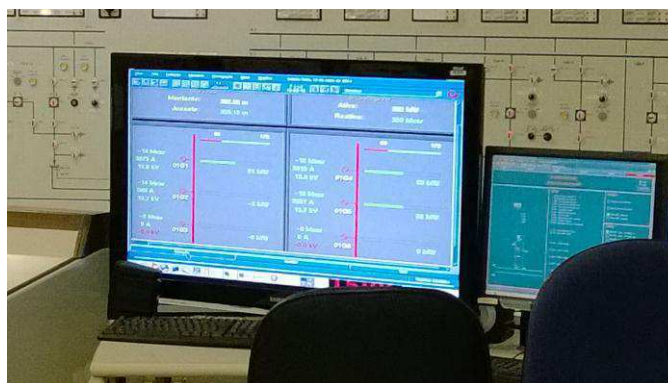


Figura 20: SAGE SE Sobradinho 230kV

5.5.2. Projeto de Substituição das Proteções

Para projetar a substituição, os projetistas num primeiro momento, executam um “esboço” na cópia dos diagramas das alterações que serão realizadas para adaptar o sistema a nova proteção a ser instalada, e após desenhá-los a mão, são repassados para serem feitos as mídias digitais destes desenhos. Após a elaboração dos desenhos digitais, são realizadas as

verificações dos diagramas para conferência de possíveis erros de desenho e a consistência do projeto em busca de erro de filosofias adotadas.

5.5.3. Implantação e Comissionamento das Novas Proteções

Após o projeto ser emitido, é produzido um novo chassi de proteção com os relés digitais. Num primeiro passo para implantação do novo sistema de proteção, é realizada a inspeção técnica. Neste caso, inicialmente verifica-se a resistência de isolamento e corrente de fuga do painel e posteriormente a conformidade de toda a fiação e disposição dos componentes com o diagrama de fiação revisado. Validando este passo, é testada toda a funcionalidade do relé de proteção e dos relés auxiliares utilizados para multiplicação dos contatos. Este teste funcional valida a alimentação DC de todo o painel e ainda confirma a correta medição de tensão e corrente pelo relé, as atuações de entradas e saídas binárias devidas e dos relés auxiliares pelas respectivas saídas a eles ligados.



Figura 21: Painel de Proteção - Link de Geração

Passado este ponto, é realizado o teste de aceitação em fábrica. Nesta fase, é testado o comportamento do relé em situações simuladas de faltas no sistema e verificado se as ações ocorridas estão de acordo com a diagrama funcional revisado. No caso de não conformidade, são levantados os pontos de divergência e planejados as correções necessárias para adequar as reações do relé ao projeto.

Caso aprovado pela Chesf, o painel segue para a subestação destinada onde será colocado no lugar da antiga proteção. Esta fase é a mais delicada pois a integração do novo chassi com o sistema dar-se ainda com a LT em pleno funcionamento. Logo depois da integração do novo painel, é realizado o teste de aceitação em campo, onde verifica o comportamento real da proteção juntamente com os demais equipamentos do sistema e das sinalizações e alarmes existentes.

6. CONCLUSÃO

Conforme visto no presente trabalho, o sistema elétrico brasileiro está passando por grandes reformulações e, em grande parte, devido à grande susceptividade à perturbações, defeitos e falhas diversas provenientes de fatores internos e externos. Desta forma, a proteção de sistemas elétricos se torna, cada vez mais, uma forte vertente em pesquisas na área da engenharia elétrica. Portanto, percebe-se que os avanços tecnológicos têm se concentrado na implementação de dispositivos inteligentes capazes de monitorar o sistema elétrico em questão de forma versátil e confiável.

Devido a esta oportunidade, foi possível notar esse desenvolvimento do setor elétrico e dos dispositivos de proteção, como também a junção de áreas como eletrotécnica, eletrônica e controle antes distintas com atuação em nichos separados. Com contato com profissionais capacitados, apresentou-se aspectos novos e importantes na área da engenharia, os quais só poderiam ser firmados com atividade prática, que se destine a aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Outro ponto notório é a escassez de conteúdo teórico-prático na área de proteção de subestação e, por conseguinte, dos dispositivos relacionados durante o curso. Diante da falta de conhecimento de filosofia e funções de proteção, e também de dispositivos como disjuntores e relés, houve dificuldade na realização de algumas atividades que necessitasse de embasamento teórico de tais assuntos durante estágio, que só foram sanadas a partir de estudos particulares direcionados e orientações de profissionais da área. Ainda sobre o exercício da função de estagiário de engenharia elétrica, o conhecimento prático de assuntos técnicos como por exemplo elencar as funções de proteções adequadas e programa-las num relé digital, é uma necessidade atual para o profissional que deseja atuar na área de proteção e automação de subestação. Em contramão disto, o conhecimento em diversas áreas da engenharia elétrica torna o profissional formado na UFCG versátil e diferenciado no mercado de trabalho. No supracitado caso, pôde-se trabalhar tanto com automação quanto sistema de potência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUIAR, H.M.G.; SILVEIRA, H.; CANANEA, R FARSOON, R.; PEREIRA, V. - Modernização Tecnológica do Sistema de Gerenciamento de Energia da Chesf - XIII SNPTEE, 1995.

- [2] AREVA T&D, MiCOM Dierential Busbar Protection Relay - Technical Manual P74x/ENM/J74, 2009.

- [3] CEPEL. Desenvolvimento de uma Nova Geração de Centros de Controle. Especificação Funcional, 1992.

- [4] COURY, D. V. Introdução aos Sistemas Elétricos de Potência. Universidade de Sao Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, 2007.

- [5] KINDERMANN, Geraldo. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência - Vol. 1, 2 ed. UFSC, Florianopolis, 2005.

- [6] SEL. Instruction Manual, -421-4, -5 Relay Protection and Automation System.

- [7] SILVA, Marcio Gabriel Melo. Avaliação do Desempenho de Reles de Proteção Digitais. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2012.

ANEXO C – Diagrama Trifilar da LT

