



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Departamento de Engenharia Elétrica



Relatório de Estágio Supervisionado

Chesf

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO

Aluna: Taísa de Almeida Felix

Orientador: Benedito Antonio Luciano

Dezembro de 2009

Aluna: TAÍSA DE ALMEIDA FELIX

Relatório de Estágio Supervisionado

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:

Professor Doutor Benedito Antonio Luciano

Professor Convidado:

Professor Doutor Edson Guedes da Costa

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelos ensinamentos que contribuíram para a formação do meu caráter.

Ao meu orientador, Benedito Antonio Luciano, pela contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Aos meus amigos da Chesf, em particular aos supervisores do estágio Vladimir Cesarino e Evandro Soares, pela participação valiosa na minha formação profissional.

Aos todos meus amigos e colegas, em especial a Ana Maria pelo incentivo e apoio constantes.

Ao meu namorado e amigo João André, pelo apoio e compreensão da ausência em muitos momentos.

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO.....	6
2.	A EMPRESA	7
2.1.	Estrutura Organizacional da Empresa.....	8
2.1.1.	Serviço Leste de Operação de Campina Grande.....	10
2.1.2.	Serviço Leste de Manutenção de Campina Grande	10
3.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	11
3.1.	Estudo de Normativos.....	11
3.1.1.	Comunicação Verbal	11
3.1.2.	Estudo da Codificação Operacional das Instalações e Equipamentos	11
3.1.3.	Representação em Diagrama Unifilar.....	14
3.2.	Descrição dos Equipamentos e Atividades Desenvolvidas.....	15
3.2.1.	Bobinas de Bloqueio.....	15
3.2.2.	Para-raios.....	16
3.2.3.	Transformador de Corrente (TC).....	17
3.2.4.	Transformador de Potencial (TP)	18
3.2.5.	Chaves Seccionadoras	19
3.2.6.	Chaves de Aterramento	19
3.2.7.	Barramento Principal e Auxiliar.....	19
3.2.8.	Transformador	19
3.2.9.	Transformador de Aterramento (Trafo Terra)	20
3.2.10.	Banco de Capacitores.....	20
3.2.11.	Reatores	21
3.2.12.	Isoladores.....	21
3.2.13.	Disjuntores	22
3.2.14.	Compensador Síncrono.....	25
3.2.15.	Compensador Estático (CE).....	26
3.3.	Estudo e Catalogação dos Instrumentos de Ensaio da Oficina do SLMG – CGD.....	26
3.3.1.	Atualização do sistema de controle para os instrumentos de ensaio.....	29
3.3.2.	Implementação de um sistema de controle para o arquivo técnico.....	29
3.4.	Intervenções	30
3.4.1.	Substituição de Transformador em Santa Cruz	30
3.4.2.	Problema na leitura do condutímetro da Central de resfriamento do Compensador Estático na SE CGD31	
3.4.3.	Curto-circuito no disjuntor 11T1	32
3.5.	Participação em Treinamentos.....	34
3.5.1.	Primeiros Socorros	34
3.5.2.	Treinamento sobre Filosofia da Proteção	35
3.5.3.	Curso de Formação para Engenheiros de Manutenção de Linhas de Transmissão.....	35
3.5.1.	Curso sobre diagramas de subestações e manobras típicas.....	35
3.5.2.	Treinamentos sobre os novos equipamentos da SE CTM.....	35
3.5.2.1.	Disjuntores 3ap245 kV (Siemens).....	35
3.5.2.2.	Transformador de Corrente isolado em gás SF ₆	36
3.5.2.3.	Chaves Seccionadoras	36
3.5.2.4.	Grupo Gerador	37
3.6.	Simulado da Operação	37
3.7.	Termovisão	37

4.	SE CTM.....	38
4.1.	Elaboração de Instruções	39
4.2.	Solicitação das placas para a SE CTM	39
4.3.	Registro e Checagem dos Equipamentos da Subestação	39
4.4.	Realização dos Testes de Aterramento	41
5.	CONCLUSÃO.....	44
6.	BIBLIOGRAFIA	45
7.	APÊNDICE	46

1. APRESENTAÇÃO

O estágio é o primeiro passo na vida profissional de um futuro engenheiro. É por meio dele que o aluno é colocado diante das dificuldades e decisões que farão parte de sua profissão. Desta forma, é fundamental que a empresa escolhida para o estágio possua áreas de atuação correspondentes aos anseios profissionais do estagiário, e que o integre no mercado de trabalho.

Nesse relatório é apresentado um resumo das atividades desenvolvidas no estágio realizado na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, no período de 09 de março a 16 de dezembro de 2009.

O estágio foi realizado na Gerência Regional Leste (GRL), mais especificamente na Divisão Regional de Campina Grande (DRCL). A DRCL comporta dois serviços: um de operação (SLOG) e outro de manutenção (SLMG). A DRCL é responsável pela operação e manutenção de 10 subestações na Paraíba e Rio Grande do Norte, além de mais de 1700 km de linhas de transmissão com tensões de 230 kV, 138 kV e 69 kV.

2. A EMPRESA

A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – Chesf, subsidiária das Centrais Elétricas Brasileiras S/A – Eletrobrás, foi criada em 03 de outubro de 1945, com a missão de produzir, transmitir e comercializar energia elétrica para a Região Nordeste do Brasil. Além de atender tradicionalmente aos estados da Bahia, de Sergipe, de Alagoas, de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte, do Ceará e do Piauí, com a abertura permitida pelo novo modelo do Setor Elétrico Brasileiro, a Chesf tem contratos de venda de energia em todos os submercados do sistema interligado nacional. O despacho das usinas da Chesf é realizado pelo Operador Nacional do Sistema - ONS, que faz a otimização dos recursos energéticos disponíveis, intercambiando energia entre as diversas regiões do País.

O Sistema de Geração da Chesf, atualmente, é composto de 14 usinas hidrelétricas e 2 termelétricas, com uma potência nominal disponível de 10.618,32 MW. Incorporadas a esse sistema, existem 870 Mvar de potência reativa instaladas e 9 plantas de compensadores síncronos, com unidades entre 20 e 200 Mvar. O diagrama simplificado do Sistema Chesf pode ser observado no apêndice 1.

A maior parte das usinas do sistema Chesf utiliza o desnível natural do rio. Com o auxílio de barragens que ajudam a elevar o desnível, é possível criar um reservatório que permita a regularização das águas, fazendo com que haja o aproveitamento hidrelétrico, mesmo em épocas de estiagem. Utilizam ainda em sua maioria turbinas do tipo Francis, alimentadas por dutos de condução forçados, por onde a água é conduzida sob alta pressão.

Nas hidrelétricas, a energia eletromecânica é convertida e transmitida por meio de um amplo, variado e complexo Sistema de Transmissão, composto de 94 subestações e mais de 18.000 km de linhas, nas tensões de 69, 138, 230 e 500 kV.

2.1. Estrutura Organizacional da Empresa

A sede da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco é em Recife, onde está a maior parte da estrutura administrativa e organizacional da empresa. A estrutura organizacional pode ser visualizada na figura 1.

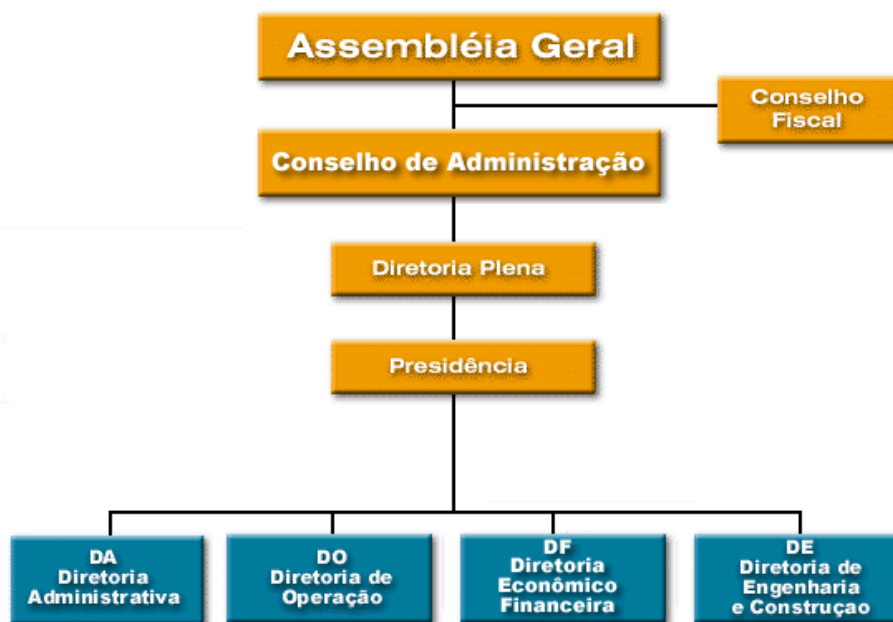


Figura 1 – Estrutura administrativa da Chesf

O sistema Chesf de geração e transmissão é dividido em seis subsistemas, denominados de regionais. Isso possibilita maior controle, monitoramento e supervisão do sistema como um todo, além de proporcionar uma variedade maior de operações de manobra. Os subsistemas são divididos em gerências responsáveis por estas regionais, como pode ser observado na figura 2:

- Gerência Regional Leste – GRL;
- Gerência Regional Oeste – GRO;
- Gerência Regional Norte – GRN;
- Gerência Regional Sul – GRS;
- Gerência Regional de Paulo Afonso – GRP.

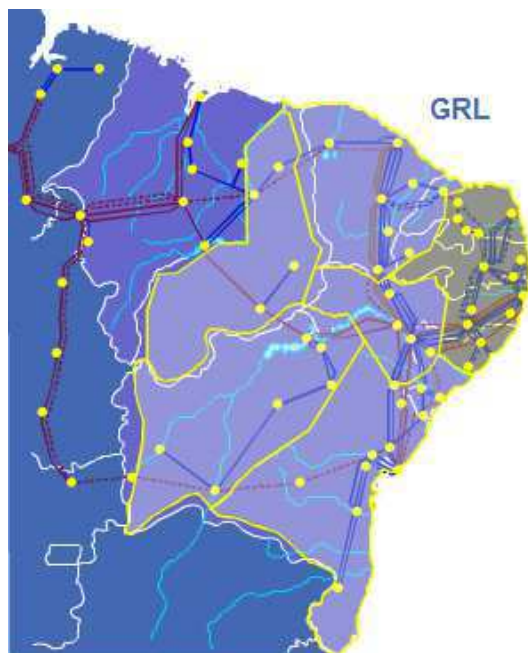


Figura 2 - Regionais do Sistema Chesf (destaque para a GRL)

A Gerência Regional Leste é responsável por uma área que engloba os estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoas. As funções da GRL são:

- Representar a empresa junto às entidades públicas e privadas no âmbito de sua jurisdição;
- Gerenciar, coordenar e controlar as atividades executivas regionais de pré-operacional, operação e manutenção de dispositivo, equipamentos e instalações de transmissão, telecomunicações e controle de processos que compõem o sistema de transmissão da empresa, em sua área de atuação;
- Coordenar e controlar as atividades de recursos humanos, econômico-financeira, suprimento, transporte, serviços gerais, segurança física e medicina do trabalho e bem estar social na sua área de atuação;
- Gerenciar, coordenar e supervisionar a execução dos planos setoriais de organização e informação;
- Gerenciar e controlar atividades de prevenção e conservação do meio ambiente desenvolvidas no âmbito da sua área de atuação.

A GRL é subdividida em Divisões Regionais, dentre elas a Divisão Regional Leste de Campina Grande, sediada em Campina Grande, que é responsável pelas seguintes subestações:

Instalações com nível de tensão em 230 kV:

- Assu II – ACD;
- Campina Grande II – CGD;
- Coteminas – CTM;
- Mussuré II – MRD;
- Natal II – NTD;
- Paraíso – PRS;

Instalações com nível de tensão em 138 kV:

- Currais Novos II – CRD;
- Santa Cruz II – STD;
- Santa do Mato II – SMD;

Instalações com nível de tensão em 69 kV:

- Bela Vista – BVT;
- Campina Grande I – CGU;

2.1.1. Serviço Leste de Operação de Campina Grande

O SLOG é responsável pela preparação dos operadores das subestações e pela coordenação técnica e administrativa das subestações. É o SLOG quem autoriza a utilização das instalações da Chesf, como por exemplo, equipes de manutenção e empresas de distribuição.

2.1.2. Serviço Leste de Manutenção de Campina Grande

O SLMG se subdivide em duas equipes: subestações e linhas de transmissão. Enquanto a equipe de subestações é responsável pela manutenção dos equipamentos de alta tensão e dos serviços auxiliares, a equipe de linhas de transmissão se responsabiliza pela manutenção corretiva e preventiva das linhas de transmissão.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1. Estudo de Normativos

3.1.1. Comunicação Verbal

O normativo sobre comunicação verbal tem o objetivo de estabelecer uma estrutura padrão para comunicação verbal durante a transmissão e recepção de informações operacionais. Entre os procedimentos cruciais para comunicação está a codificação do alfabeto. Os códigos operacionais de qualquer equipamento ou linha deve ser feito por meio dos seguintes códigos.

Quadro 1 – Codificação Alfa-Numérica

Letra	Palavra	Letra	Palavra
A	Alfa	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Romeu
F	Foxtrot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliet	W	Whisky
K	Kilo	X	Extra
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zulu

3.1.2. Estudo da Codificação Operacional das Instalações e Equipamentos

Para o melhor entendimento dos diagramas unifilares das subestações foi necessário primeiramente realizar um estudo de identificação dos símbolos que representam os equipamentos, a configuração da subestação, os níveis de tensão, as linhas que chegam à subestação e as linhas que saem com suas respectivas cargas.

A codificação operacional dos equipamentos e linhas de transmissão é feita de acordo com a estrutura abaixo:

1º	2º	3º	4º	-	5º	6º
----	----	----	----	---	----	----

Onde:

a) 1º dígito: Define o tipo de equipamento.

Equipamento não interruptor.....	0
Disjuntor.....	1
Religador.....	2
Chave Seccionadora/Chave de aterramento rápido.....	3
Chave fusível.....	4
Chave de abertura em carga e VRC.....	5
Bobina de Bloqueio	6
Para-raios	7
Transformador de potencial	8
Transformador de corrente	9

b) 2º dígito: define a tensão de operação do equipamento.

1 a 9,9 kV	6
10 a 25 kV	1
26 a 50 kV	9
51 a 75 kV	2
76 a 150 kV	3
151 a 250 kV	4
251 a 550 kV	5

c) 3º e 4º dígitos: definem a função e a sequência do equipamento ou linha.

Gerador.....	G1, G2 ... G9
Transformador de aterramento.....	A1, A2 ... A9

Barramento principal.....	BP
Barramento auxiliar.....	BA
Barramento(outros).....	B1, B2 ... B9
Disjuntor de transferência/meio	D1, D2 ... D9
Disjuntor comum a dois transformadores	W1, W2 ... W9
Reator	E1, E2 ... E9
Banco de Capacitor	H1, H2 ... H9
Compensador síncrono	K1, K2 ... K9
Compensador estático	Q1, Q2 ... Q9
Regulador série	R1, R2 ... R9
Transformador	T1, T2 ... T9
Linha de transmissão	C1, C2 ... C9
	F1, F2 ... F9
	J1, J2 ... J9
	L1, L2 ... L9
	M1, M2 ... M9
	N1, N2 ... N9
	P1, P2 ... P9
	S1, S2 ... S9
	V1, V2 ... V9
	Y1, Y2 ... Y9
	Z1, Z2 ... Z9

Equipamentos que estejam sem aplicação para a operação, mas que estejam energizados ou susceptíveis a energização por meio de outros equipamentos manobráveis..... X1, X2 ... X9

Observação: Quando se tratar de barramentos principal e auxiliar, o 4º dígito complementa a informação da sua função.

d) 5º dígito: define a posição do equipamento.

Barramento seccionável,

Transformador de potencial,	
Transformador de corrente,	
Para-raios e seccionadora de disjuntor de transferência	1, 2, 3, 4
Seccionadora de barramento	1, 2, 3
Seccionadora de disjuntor, lado do barramento	4
Seccionadora de disjuntor, lado contrário do barramento	5
Seccionadora de “bypass”	6
Seccionadora de gerador	1, 2
Seccionadora com outras funções	8, 9
Transformador de mesma classe de tensão rigidamente paralelo com outros(s) e disjuntor de auto-trafo	A, B, C
Reator de neutro	N
Reator limitador	L

Observação: Quando for necessário utilizar o 5º dígito, ele deve ser separado por um traço.

e) *6º Dígito: utilizado apenas nos casos de necessidade de diferenciar dois ou mais equipamentos da mesma posição vinculados a um mesmo equipamento principal*

Para identificar as fases nos equipamentos das subestações, utiliza-se a seguinte codificação:

Azul	Fase A
Branco	Fase B
Vermelho.....	Fase C

3.1.3. Representação em Diagrama Unifilar

As cores utilizadas são para visualizar os equipamentos de acordo com os níveis de tensão nos diagramas unifilares:

Vermelho	500	kV
Azul	230	kV

Preto	138	kV
Verde	69	kV
Marrom	13,8	kV
Laranja	abaixo de 13,8	kV

Os diagramas unifilares de algumas das subestações sob responsabilidade da DRCL encontram-se no apêndice.

3.2. Descrição dos Equipamentos e Atividades Desenvolvidas

3.2.1. Bobinas de Bloqueio

As bobinas de bloqueio são responsáveis pela transmissão de dados e de voz no sistema de comunicação da Chesf. Estas bobinas inserem ou captam sinais de alta frequência (muito superiores a 60 Hz) na linha de forma que não há interferência na transmissão de energia. Esta comunicação engloba tanto a telefonia quanto comandos de proteção enviados por relés conectados à linha. Atualmente as bobinas de bloqueio estão em desuso, pois a empresa está substituindo esta tecnologia por fibras óticas.



Figura 3 – Bobina de Bloqueio na SE CGD

3.2.2. Para-raios

Os para-raios são dispositivos elétricos destinados a proteger os equipamentos elétricos contra sobretensões de origem externa (descargas atmosféricas) ou de origem interna (por exemplo, manobras de chaves seccionadoras e disjuntores). O para-raios reduz o nível de sobretensão a valores compatíveis com a suportabilidade do equipamento.

Existem três tipos de para-raios: cabos para-raios, para-raios tipo haste e para-raios tipo válvula. Os dois primeiros protegem os equipamentos contra descargas atmosféricas e o último, além desta função também protege os equipamentos de descargas de origem interna.

Cabos para-raios ou cabos guarda são situados acima dos condutores de linhas aéreas, com finalidade de protegê-la contra descargas atmosféricas diretas. São geralmente aterrados, com exceção de quando são utilizados para telecomunicações. Nesse caso, o cabo é isolado do suporte por meio de para-raios especiais.

O para-raios tipo haste reta é constituído por uma haste metálica instalada nas partes mais altas das instalações, devendo proteger contra as descargas diretas do raio. A haste fica em posição vertical e sua extremidade inferior é solidamente aterrada.

Para-raios tipo válvula possuem na sua configuração resistores não lineares que podem ser de carbonato de silício (SiC) ou de óxido de zinco (ZnO). A característica do resistor não-linear é apresentar uma alta resistência quando submetido a tensão de operação do sistema (funcionando como um isolador), e apresentar baixas resistências quando submetidos a sobretensões, funcionando como um curto.



**Figura 4 – Para-raios com invólucro polimerico
na SE CGD**



**Figura 5 – Destaque para um para-raios tipo
haste na SE CGD**

3.2.3. Transformador de Corrente (TC)

Os transformadores de corrente são equipamentos que permitem o funcionamento adequado dos instrumentos de medição, controle e proteção sem que haja a necessidade da utilização direta da corrente de carga do circuito ao qual estão ligados. Os TCs transformam correntes elevadas que circulam em seu primário em pequenas correntes secundárias (normalmente 5 A).

Os transformadores de corrente podem ser construídos de diferentes formas e para diferentes usos.



Figura 6 - TC no pátio da SE CGD

3.2.4. Transformador de Potencial (TP)

Os transformadores de potencial são equipamentos que permitem o funcionamento adequado de instrumentos de medição, controle e proteção sem que seja necessário que esses instrumentos possuam uma tensão de isolamento na magnitude da rede a qual estão conectados. Os TPs possuem um enrolamento primário de muitas espiras e um enrolamento secundário por meio do qual a tensão desejada é obtida (normalmente padronizada em 115 ou $115/\sqrt{3}$ V. Os TPs são em geral instalados junto aos transformadores de corrente.

Os TPs podem se subdividir em dois tipos básicos: TPs indutivos e TPs capacitivos. Os transformadores de potencial indutivos funcionam com base na conversão eletromagnética entre os enrolamentos primário e secundário. Os TPs são dotados de um enrolamento primário envolvendo um núcleo de ferro-silício que é comum ao enrolamento secundário. Podem ser utilizados em tensões de até 138 kV e apresentam custo inferior ao capacitivo.

Já o TP capacitivo, também chamado TPC, é constituído de um divisor capacitivo, que é um banco de capacitores em série. A derivação intermediária do divisor alimenta um transformador de potencial que fornece as tensões secundárias desejadas.

3.2.5. Chaves Seccionadoras

As chaves seccionadoras têm a função de abrir o circuito quando há a necessidade de isolar algum tipo de equipamento. Entretanto, é válido salientar que elas não funcionam como elementos de proteção. Estas chaves, conforme pode ser observado nos diagramas unifilares da Chesf, geralmente são posicionadas nos terminais dos disjuntores.

Podem desempenhar nas subestações diversas funções, sendo a mais comum a de seccionamento de circuitos por necessidade operativa, ou por necessidade de isolar componentes do sistema (equipamentos ou linhas) para realização de manutenção.

3.2.6. Chaves de Aterramento

As chaves de aterramento mantêm os barramentos auxiliares aterrados enquanto não estiverem energizados.

3.2.7. Barramento Principal e Auxiliar

Os barramentos percorrem todo o setor da subestação que pertencem, facilitando a interligação de equipamentos sob o mesmo nível de tensão e que estejam em um mesmo ponto de conexão.

Há um barramento auxiliar e um barramento principal para cada nível de tensão.

3.2.8. Transformador

O transformador é o principal equipamento da subestação, sendo responsável pela transformação (redução ou elevação) de tensão, conforme for desejado. A SE CGD possui transformadores de 230 kV para 138 kV, 69 kV, 26 kV (para o compensador estático) e 13,8 kV, além dos transformadores de serviços auxiliares que reduzem a tensão para 220 V e 110 V.



Figura 7 - Transformador 04T3 na SE CGD

3.2.9. Transformador de Aterramento (Trafo Terra)

O transformador de aterramento é responsável pelo fornecimento de um referencial de terra para alguns transformadores da SE. A necessidade do trafo terra se deve ao fato de a configuração de alguns transformadores da SE ser em delta, por esse motivo é necessário fazer uso de algum artifício para fornecer um referencial para que as proteções do sistema possam atuar corretamente.

3.2.10. Banco de Capacitores

Os bancos de capacitores podem ser chaveados para entrar no sistema e elevar o nível de tensão na linha quando a carga está muito elevada. Isto evita que a tensão no consumidor fique muito abaixo do nível ideal. Os capacitores podem ser ligados em várias configurações, formando os bancos. Por exemplo, a configuração do banco de capacitores do Compensador Estático da SE CGD é Y aterrada. Esse tipo de arranjo só deve ser utilizado em sistemas cujo neutro seja efetivamente aterrado, que é o que ocorre nas subestações de potência e oferece às correntes harmônicas uma baixa impedância para a terra, reduzindo substancialmente os níveis de sobretensões em consequência dos harmônicos.

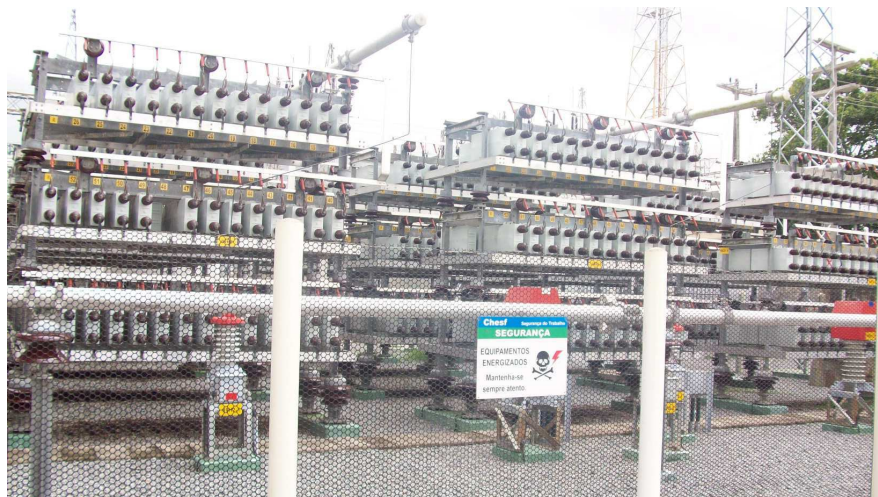


Figura 8 - Banco de Capacitores da SE CGD

3.2.11. Reatores

Em sistemas de potência, os reatores de derivação são empregados para controlar as tensões nos barramentos, em regime permanente, e para a redução das sobretensões, nos surtos de manobra. Os reatores podem ser ligados diretamente aos barramentos, como é o caso dos reatores de CGD, à linha ou ainda no terciário dos transformadores.



Figura 9 - Reator 01E2 da SE CGD

3.2.12. Isoladores

Os isoladores são elementos sólidos dotados de propriedades mecânicas para suportar esforços produzidos pelos condutores. Eletricamente exercem a função de isolar

os condutores submetidos a uma diferença de potencial em relação à terra ou em relação a um outro condutor fase.

3.2.13. Disjuntores

Os disjuntores são equipamentos destinados à interrupção e ao reestabelecimento das correntes elétricas num determinado ponto do circuito. Os disjuntores sempre devem ser instalados acompanhados de relés, que são os elementos responsáveis pela detecção das correntes elétricas do circuito que, após analisadas por sensores podem enviar ou não a ordem de comando para sua abertura. A função principal do disjuntor é interromper as correntes de defeito em um determinado circuito no menor tempo possível. Os disjuntores também podem ser solicitados a interromper correntes de circuitos operando em plena carga e em vazio, e a energizar em condições de operação normal.

Existem vários tipos de disjuntores, que geralmente são divididos de acordo com o seu sistema de interrupção. Serão brevemente descritos nesse relatório os dois tipos de disjuntores trabalhados no estágio.

– Disjuntor a SF₆

O SF₆ é um gás eletronegativo, que pode capturar os elétrons livres presentes no plasma do arco elétrico, reduzindo a sua condutividade à medida que a corrente tende a zero natural. A grande capacidade de transferência de calor e a baixa temperatura de ionização dão ao SF₆ excelentes propriedades para extinção de arcos elétricos. O seu isolamento é usado para tensões de 60 kV a 750 kV. A rigidez dielétrica do SF₆ vale cerca de 2,5 vezes a do ar a 1 atm de pressão e em um campo elétrico homogêneo. Esta relação aumenta com a pressão, e comparado com o ar, possui uma eficiência de cerca de 10 vezes mais para suprimir arcos.

É um gás incolor, não tóxico e extremamente pesado, e por esta última característica acumula-se nas regiões inferiores dos ambientes, substituindo o ar e provocando asfixia quando atinge um certo nível. Em contato com a água pode formar substâncias extremamente corrosivas, que atacam os materiais metálicos onde o gás

estiver contido. Excepcionalmente estável e inerte, o gás apresenta lenta decomposição na presença de arcos elétricos. Esse conjunto de propriedades faz com que os disjuntores isolados a SF₆ tenham encontrado cada vez mais espaço no mercado.

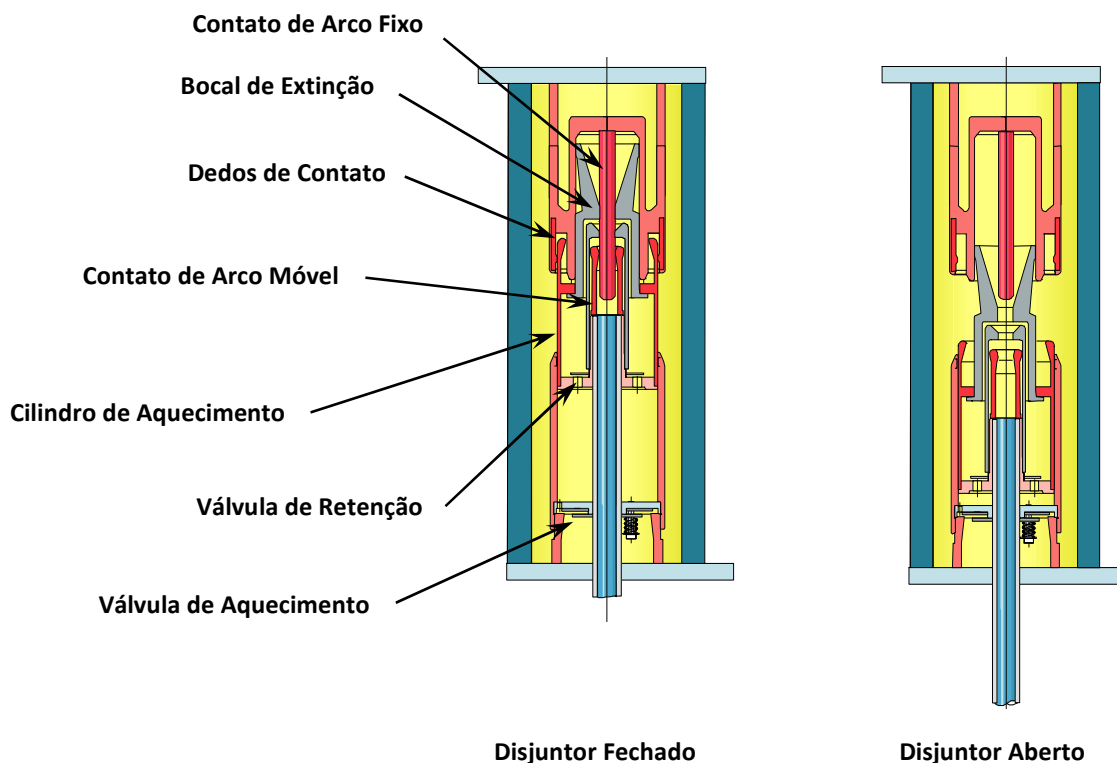


Figura 10 - Representação de uma unidade interruptora de um disjuntor a SF₆.

Uma outra aplicação do SF₆ é o isolamento de subestações blindadas, que permitem considerável redução da área ocupada. A instalação de uma subestação blindada pode ser determinada pela inexistência de área suficientemente ampla em um centro urbano ou pelo elevado custo do solo na região.



Figura 11 - Unidade interruptora do disjuntor 3AP1 FI da Siemens

– Disjuntores a Sopro Magnético

Nos disjuntores a sopro magnético os contatos se abrem no ar, impelindo o arco voltaico para dentro das câmaras de extinção, onde ocorre um aumento significativo na sua resistência. Esse aumento na resistência é conseguido por meio de:

- Aumento no comprimento do arco;
- Fragmentação do arco em vários arcos menores, nas várias fendas da câmara de extinção;
- Resfriamento do arco em contato com as múltiplas paredes da câmara.

Esse tipo de disjuntor, é utilizado em média tensão (até 24 kV), geralmente em cubículos blindados, e em função da ausência de fluido para extinção do arco, tem a vantagem de ser totalmente autônomo. Sua manutenção é simplificada em função do acesso fácil e imediato às partes ativas, porém, o fato de queimar o arco no ar, provoca a rápida oxidação nos contatos, exigindo uma manutenção mais frequente.



Figura 12 – Os contatos e a unidade interruptora do disjuntor DHE 150 Magrini

3.2.14. Compensador Síncrono

Máquinas síncronas têm a capacidade de solicitar corrente adiantada, quando sobre-excitadas, ou atrasada, quando subexcitadas. Esta capacidade pode ser utilizada para melhora do fator de potência em instalações elétricas que fazem grande uso de equipamentos que solicitam potência com fator de potência atrasado.

Para uma carga, é possível ajustar a componente reativa da corrente solicitada na rede pela variação da corrente de campo cc da máquina síncrona. Esta característica ocorre porque as máquinas síncronas possuem dupla excitação.

O compensador síncrono da SE CGD (vide figura 13) é uma máquina que gira em vazio, inserindo potência reativa capacitiva ou indutiva no sistema e melhorando o seu nível de tensão. Esse compensador tem capacidade de fornecer de -12 a +12 Mvar ao sistema. Algumas desvantagens desta máquina são o alto tempo de partida, a alta demanda de corrente na partida e além da baixa velocidade de compensação.



Figura 13 – Compensador Síncrono da SE CGD

3.2.15. Compensador Estático (CE)

O Compensador Estático é um conjunto de equipamentos com função de fornecer potência reativa ao sistema. Os principais equipamentos de um CE são: bancos de capacitores, bancos de reatores, tiristores, sistemas de resfriamento e tratamento de água. O CE da SE CGD fornece apenas potência reativa capacitiva, numa faixa de 0 a 200 Mvar.

As vantagens do CE em relação ao Compensador Síncrono estão na rapidez com que ele atende às variações de reativos no sistema e a sua precisão – o CE fornece ao sistema qualquer valor de potência reativa entre 0 e 200 Mvar.

3.3. Estudo e Catalogação dos Instrumentos de Ensaio da Oficina do SLMG – CGD

Para um bom acompanhamento das intervenções e testes realizados, foi necessário um estudo inicial sobre o funcionamento dos instrumentos de ensaio do SLMG. A seguir estão descritos alguns dos instrumentos estudados e catalogados.

– *Micro-ohmímetro*: instrumento destinado à medição de resistências de partes condutoras, tais como conexões de *pulos* com TCs, TPs, disjuntores, transformadores, etc. Mede resistências pequenas, e sua escala é dada em $\mu\Omega$. Na figura 14 é possível observar um micro-ohmímetro NANSEM ODI 100.



Figura 14 - Micro ohmímetro NANSEM ODI 100

– *Medidor de tempos de disjuntor:* os processos de abertura e fechamento de um disjuntor são manobras rápidas, que apresentam arcos elétricos entre os contatos e dissipam uma grande quantidade de energia. Quanto maiores os tempos de abertura e fechamento, maior a energia dissipada, e maior o desgaste dos contatos do disjuntor, que acarreta em uma diminuição da sua vida útil. A medição desses tempos é de importância indiscutível para a Chesf, pois dependendo do tempo de abertura e fechamento do disjuntor a empresa pode conhecer algumas necessidades de manutenção do equipamento. Na figura 15 é apresentado um medidor de tempos de disjuntor TM 1600.

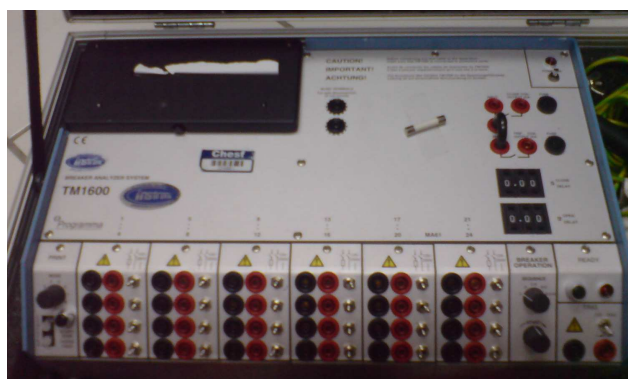


Figura 15 - Medidor de tempos de disjuntor TM 1600

– *Medidor do fator de potência do isolamento:* o fator de potência do isolamento é um parâmetro importante para avaliação do nível de degradação de um isolamento, visto que o aumento no fator de potência resulta em um aumento de perdas de potência ativa

no isolamento. Os instrumentos utilizados empregam um método não destrutivo, e podem ser utilizados em oficinas, laboratórios e no campo (o instrumento é blindado com o objetivo de minimizar as perdas internas e o efeito da interferência eletrostática). Podem ser utilizados em disjuntores, transformadores, TPs, TCs, buchas, para-raios, óleo isolante, entre outros. A Chesf possui vários modelos, todos fabricados pela DOBLE. Na figura 16 pode-se observar o modelo M4100 da Doble.



Figura 16 – Medidor de Fator de Potência de Isolamento DOBLE M4100

– *Medidor de relação de transformação:* a relação de transformação em transformadores é um parâmetro muito importante para avaliação da integridade do equipamento. Por meio desse ensaio, é possível determinar por exemplo a existência de espiras em curto ou abertas. O instrumento utilizado pelo SLMG para a medição da relação de transformação é denominado TTR, a exemplo do modelo apresentado na figura 17.



Figura 17 – Medidor de Relação de Transformação BIDDLE TTR

– *Medidor de resistência de isolamento*: o ensaio para a medição da resistência de isolamento permite detectar defeitos nos isolamentos dos equipamentos elétricos. A realização periódica desse ensaio tem como objetivo o acompanhamento da vida útil do aparelho, bem como otimizar o número manutenções preventivas realizadas. Apresenta-se na figura 18 o medidor de resistência de isolamento utilizado pelo SLMG.



Figura 18 - Medidor de Resistência de Isolamento MI 1050 P

3.3.1. Atualização do sistema de controle para os instrumentos de ensaio

Paralelamente ao estudo dos instrumentos de ensaio, a estagiária ficou incumbida de catalogar e identificar todos os instrumentos de ensaio utilizados pela equipe de manutenção do SLMG. Esse trabalho foi realizado com o objetivo de controlar a entrada e saída desses instrumentos e adicionalmente atualizar o sistema interno de controle de instrumentos da Chesf.

3.3.2. Implementação de um sistema de controle para o arquivo técnico

O arquivo técnico pertencente à Chesf não possuía nenhum tipo de controle de entrada ou saída. Assim, muitas vezes quando havia a necessidade de utilizar um manual específico de algum equipamento da subestação. Por isso, foi implantado um sistema de controle do arquivo técnico da mesma forma análoga ao

3.4. Intervenções

Durante o estágio foi possível acompanhar diversas manutenções em equipamentos. Foram escolhidas 03 intervenções para descrição nesse relatório. A preferência foi dada àquelas que ressaltaram o aspecto multidisciplinar do estágio.

3.4.1. Substituição de Transformador em Santa Cruz

Foi realizada uma intervenção para a troca de 02 transformadores de 5 MVA por 01 transformador de 10 MVA na SE STD. Para que não houvesse a necessidade de desligamentos, a COSERN cedeu durante a intervenção uma subestação móvel (com capacidade de 10 MVA) à Chesf. Desta forma, a subestação móvel foi energizada em paralelo com os dois transformadores de 5 MVA. O passo seguinte foi retirar os 02 transformadores antigos e substituí-los pelo novo transformador de 10 MVA. O novo transformador foi energizado em paralelo com a subestação móvel, e por fim a subestação móvel foi retirada de operação, e o novo trafo assumiu toda a carga.



Figura 19 - Subestação móvel (10 MVA, 69 kV-13,8 kV) da Cosern cedida à Chesf para realização da intervenção

Após a realização de uma intervenção desta magnitude, é necessário que seja feita uma inspeção com um termovisor em horário de pico para que seja verificado se há algum problema na nova instalação.

3.4.2. Problema na leitura do condutivímetro da Central de resfriamento do Compensador Estático na SE CGD

A leitura normal do condutivímetro Digimed (3,5 VA - 110 Vac - 60 Hz) é de 0,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$, porém esse valor estava sendo alterado para cerca de 1,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O condutivímetro está situado na Central de Resfriamento do CE na SE CGD, e ao atingir o valor de 1,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sinaliza e envia um sinal de desligamento para os disjuntores 11Q1 e 11Q2, desligando o CE.

Ao desligar o inversor de tensão conectado ao condutivímetro e alimenta-lo por outra fonte, a leitura da condutividade voltou ao patamar normal de 0,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$, caracterizando defeito no inversor.

O Inversor de Tensão Monofásico e Senoidal da Digimed, Modelo TCI 50 VA (3,5 VA - 110 Vac-60 Hz) funciona transformando 125 Vcc do sistema dc do painel UT1 em 110 Vac. É um aparelho muito importante no sistema de potência da Chesf, já que funciona em tempo integral alimentando dois analisadores de condutividade e apresentou defeito num pequeno espaço de tempo em operação (1 ano e seis meses).

O condutivímetro não pode ter deformação na tensão de alimentação, pois é um instrumento de precisão que supervisiona a condutividade da água do sistema de resfriamento da válvula tiristora do Compensador Estático da Chesf na SE CGD. O compensador estático é muito importante no sistema de transmissão da Chesf e sua indisponibilidade traz grandes transtornos operacionais e financeiros para a empresa.

Para comprovar o defeito no inversor, foram realizadas medições da tensão de saída para uma corrente de 36 mA (aproximadamente a corrente que o condutivímetro consome).

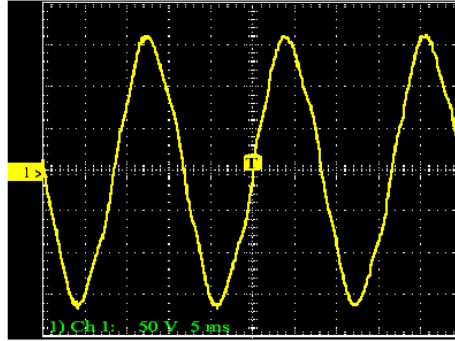


Figura 20 - Forma de onda da tensão de saída (funcionamento normal)

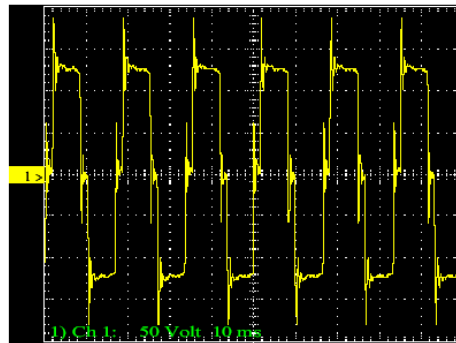


Figura 21 - Forma de onda da tensão de saída (inversor com defeito)

A forma de onda da tensão de saída no funcionamento normal do inversor possui uma distorção harmônica total (DHT) de 5,58%, enquanto a forma de onda gerada pelo inversor defeituoso possui uma DHT de 716,10%.

Após o defeito ter sido identificado e constatado, o inversor foi encaminhado para o fabricante, para que o problema fosse solucionado.

3.4.3. Curto-circuito no disjuntor 11T1

O disjuntor 11T1 está situado em um conjunto de cubículos na SE CGD. Esse conjunto de cubículos é usualmente denominado *Metal Clad* pelos funcionários da empresa.

O diagrama do *Metal Clad* pode ser visualizado na figura 22.

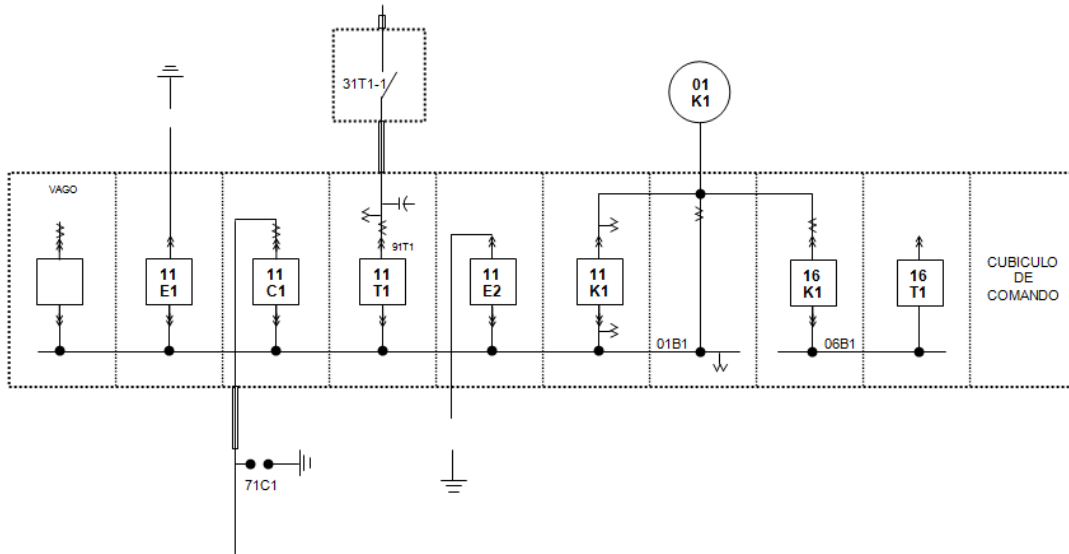


Figura 22 - Diagrama do Metal Clad

Em agosto de 2009 houve um curto-circuito no disjuntor 11T1 decorrente da presença de um “timbu” no cubículo onde o referido disjuntor se encontrava. Esse evento provocou a danificação total do disjuntor 11T1 e do terminal (mufla) do cabo do 01E1-L, fase B, conforme ilustrado nas figuras 23 e 24.

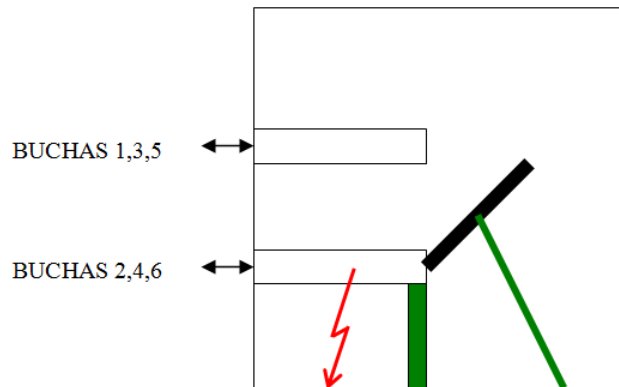


Figura 23 – Representação do local do curto-circuito



Figura 24 - Disjuntor após ocorrência do curto-circuito.

O disjuntor ficou irrecuperável após a ocorrência, e foi substituído por outro disjuntor semelhante retirado da SE CRD. O disjuntor retirado da SE CRD, apesar de nunca ter sido utilizado, era muito antigo. Por isso, foi necessário realizar um trabalho de recuperação, que consistiu basicamente na retirada da umidade das câmaras de extinção, ensaios de isolamento ca e de resistência de contato, além da limpeza do disjuntor.

Tanto o disjuntor danificado quanto o novo possuíam a mesma tecnologia de extinção do arco: sopro magnético. Esse tipo de disjuntor não é mais fabricado, e possui uma tecnologia já ultrapassada. Entretanto, ainda é utilizado por ser bastante eficiente.

Apesar de a equipe responsável pela recuperação do disjuntor ser bastante familiarizada com a manutenção desse tipo de disjuntor, se percebeu que ninguém da equipe tinha noção de como acontecia a extinção do arco nesse tipo de equipamento.

Dado o desconhecimento dos técnicos da empresa sobre o disjuntor a sopro magnético, a estagiária ministrou um treinamento para a equipe de manutenção do SLMG, explicando o princípio de funcionamento e algumas idéias básicas sobre os porquês da realização de cada procedimento de manutenção do disjuntor.

3.5. Participação em Treinamentos

3.5.1. Primeiros Socorros

O treinamento sobre emergências médicas foi ministrado pela empresa Firerescue, teve como objetivo fornecer conceitos básicos de primeiros socorros em vários tipos de vítimas. O público alvo desse curso é qualquer funcionário da Chesf que tem acesso às subestações.

3.5.2. Treinamento sobre Filosofia da Proteção

Este treinamento foi ministrado por um dos engenheiros do SLOG, e foi oferecido a todos os encarregados de subestação da GRL. Teve como objetivo a habilitação dos seus participantes em estudos de proteção na geração e transmissão do setor elétrico.

3.5.3. Curso de Formação para Engenheiros de Manutenção de Linhas de Transmissão

Este curso foi destinado a todos os engenheiros de manutenção de linhas de transmissão da Chesf. O objetivo principal foi capacitar engenheiros para gerenciar e controlar processos nos trabalhos de manutenção em linhas de transmissão

3.5.1. Curso sobre diagramas de subestações e manobras típicas

O curso foi ministrado por um dos engenheiros da Divisão de Metodização de Linhas de Transmissão (DOML), e teve como objetivo familiarizar os operadores do SLOG com manobras típicas realizadas em diferentes topologias de subestação.

3.5.2. Treinamentos sobre os novos equipamentos da SE CTM

Antes da energização da subestação foi necessário treinar as equipes de manutenção e operação de CGD, já que esses funcionários serão os responsáveis pela nova subestação.

3.5.2.1. Disjuntores 3p245 kV (Siemens)

O treinamento teve como finalidade familiarizar os técnicos da empresa com a estrutura e o funcionamento do disjuntor.

Foram abordadas instruções para operação, montagem e manutenção dos disjuntores, como também foram exibidas as medidas inadequadas para operação e realçados os perigos relacionados a utilização incorreta do disjuntor.

3.5.2.2. Transformador de Corrente isolado em gás SF₆

O Transformador de Corrente isolado a gás SF₆ do tipo TAG 245 kV é uma tecnologia nova para Chesf, e foi instalado na SE CTM. A nova subestação está ligada a duas outras subestações da Chesf, e por isso houve a necessidade de trocar os TCs nos terminais de linha das subestações de Pau-Ferro e Campina Grande II.

O treinamento sobre esse transformador englobou instruções de operação e transporte do transformador, e foi destinado especialmente aos operadores da subestação CGD, que farão a inspeção e verificarão se há alguma anomalia no equipamento.

3.5.2.3. Chaves Seccionadoras

Esse treinamento foi direcionado a equipe de manutenção do SLMG e teve como objetivo dar orientações sobre a manutenção e operação das chaves seccionadoras da Siemens, presentes na subestação CTM. A subestação possui dois tipos de chaves:

- EVL – chave seccionadora de abertura vertical
- LAV – chave seccionadora semi pantográfica vertical

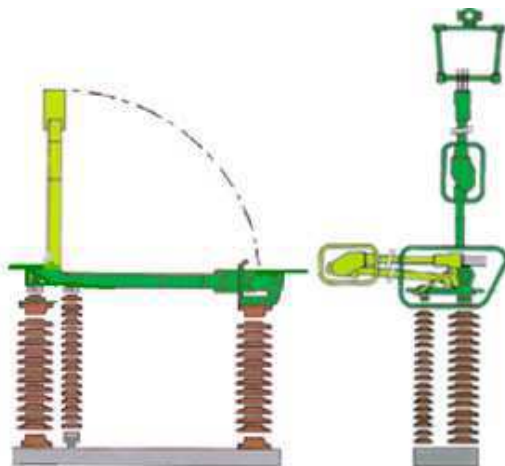


Figura 25 - Chaves EVL e LAV respectivamente

3.5.2.4. Grupo Gerador

O treinamento foi fornecido pela empresa STEMAC, fabricante do Grupo Gerador instalado na SE CTM. O objetivo foi capacitar os operadores e os técnicos responsáveis pelos serviços auxiliares da subestação para que estivessem aptos a operar realizar intervenções no Grupo Gerador ST 2140.

3.6. Simulado da Operação

Anualmente é realizada uma simulação de eventos em cada uma das subestações sob comando do SLOG. O objetivo desses simulados é treinar e capacitar a equipe de operadores, tornando-os mais eficazes na recomposição de equipamentos ou da própria subestação. A estagiária acompanhou o processo de montagem e execução da simulação na subestação de CGD, que ocorreu no dia 03/10/2009.

3.7. Termovisão

Desde 1984, a Chesf faz termovisão nas subestações em sua responsabilidade com a seguinte periodicidade:

- Subestações de 230 kV e 500 kV: Termovisão Mensal.
- Subestações de 13,8 kV, 69 kV e 138 kV: Termovisão Trimestral.

Inspeção por termovisão é o ato de inspecionar à distância equipamentos ou conexões elétricas utilizando instrumentos que detectam temperatura de superfícies. A termovisão dos equipamentos e barramentos de uma subestação fornecem informações vitais para as manutenções preventiva e corretivas das instalações. O processo é realizado por equipamentos operados manualmente e localmente, produzindo arquivos digitais para análise posterior.

Qualquer anormalidade térmica identificada em equipamento ou em conexão elétrica é definida como *Não Conformidade Térmica* e pode ser classificada como:

- **Ponto Quente:** quando a temperatura medida estiver acima de um determinado patamar, sendo qualificado como defeito para acompanhamento e correção com prazo máximo definido pelo normativo da manutenção.

- **Ponto Crítico Nível 1:** é qualificado como defeito de grau severo de anormalidade, para acompanhamento e correção com prazo máximo definido pelo normativo da manutenção.
- **Ponto Crítico Nível 2:** é qualificado como defeito de grau inaceitável de anormalidade, para acompanhamento e correção imediata.

A termovisão que a estagiária acompanhou foi realizada no período das 17h30min às 21h00 (o melhor horário para realizar a termovisão é o horário de ponta) no pátio de 230 kV da SE CGD. O equipamento utilizado foi um termovisor FLIR tipo P60. Nesse inspeção não foi detectado nenhuma NCT. Caso seja detectada alguma NCT, deve-se cadastrá-las no programa da empresa denominado Termosist e no Livro Registro Sequencial de Ocorrências. Na figura 26 pode ser observado um ponto quente detectado na SE NTD, na Central de Refrigeração dos Serviços Auxiliares da Subestação.



Figura 26 – Ponto Quente na Central de Refrigeração dos Serviços Auxiliares da SE NTD

4. SE CTM

A SE CTM é uma subestação seccionadora de 230 kV – 13,8 kV, com previsão de energização para dezembro de 2009. Depois de energizada, ela será entregue à Chesf para sua operação e manutenção.

Durante o estágio foi possível acompanhar e auxiliar no processo de comissionamento e testes da subestação, registro dos equipamentos e elaboração dos

normativos que continham as especificações necessárias à operação da subestação. Estas atividades estão descritas com maiores detalhes a seguir.

4.1. Elaboração de Instruções

Todas as subestações do sistema Chesf possuem diversas instruções de equipamentos, serviços auxiliares e proteção. Estas instruções são:

- IOE: Instrução de Operação de Equipamentos;
- IOA: Instrução de Operação de Serviços Auxiliares;
- IOP: Instrução de Operação de Proteção.

Estas Instruções de Operação são de fundamental importância para os operadores de sistema, pois ao consultando é possível solucionar problemas que possam surgir, além de conhecer a melhor maneira de operar corretamente os equipamentos da subestação, seus serviços auxiliares e a proteção.

A tarefa de confeccionar estas Instruções de Operação e treinar os operadores para as novidades da subestação CTM foi dada a uma equipe composta por alguns operadores de CGD e as estagiárias da empresa.

4.2. Solicitação das placas para a SE CTM

Baseado nas placas de segurança já existentes nas SEs visitadas pelas estagiárias e com o auxílio do técnico de segurança no trabalho da DRCL foi analisada a necessidade de placas de segurança para a nova subestação. Paralelamente foi feito um levantamento da identificação dos equipamentos da subestação, para que fossem solicitadas as placas de segurança e de identificação dos equipamentos da SE CTM.

4.3. Registro e Checagem dos Equipamentos da Subestação

Antes da energização da nova subestação, o SLMG realiza uma checagem, que consiste no cadastro, análise do estado de conservação e teste de todos os equipamentos. Esse procedimento de inspeção é feito com o objetivo de cadastrar e conferir os equipamentos que serão recebidos, e caso haja algum problema a empresa responsável

pela subestação é imediatamente notificada a fim de corrigir as não-conformidades encontradas. Alguns exemplos de itens que devem ser cuidadosamente checados antes da energização da subestação:

- Correta operação dos comandos manual e mecânico de todas as chaves;
- Estado de oxidação dos cabos e do armário de comando;
- Resistências de aquecimento dos painéis energizados;
- Limpeza dos painéis;
- Medição dos tempos de abertura e fechamento das chaves;
- Teste do isolamento ca dos disjuntores;
- Tempo de carregamento das molas dos disjuntores;
- Existência e estado de todas as placas de identificação.

A seguir estão ilustrados alguns dos problemas detectados durante a inspeção da subestação:

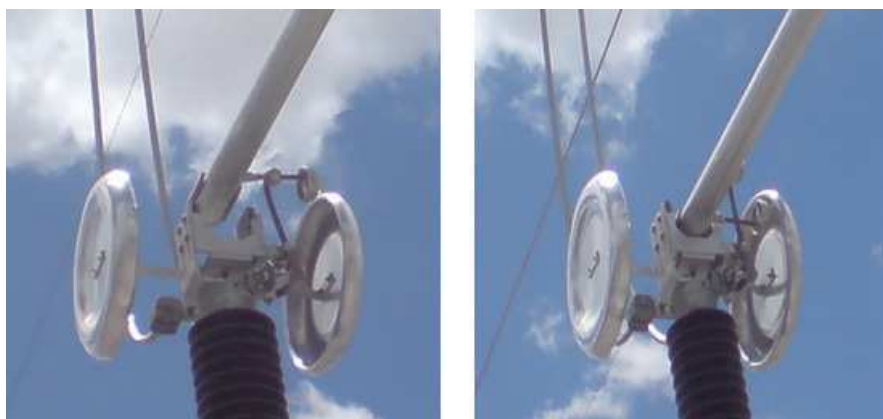


Figura 27 - Detalhe de uma chave seccionadora antes e depois da solicitação de reparo



Figura 28 - Ferrugem no cabo de aterramento dos disjuntores



Figura 29 - Vedação dos painéis após a solicitação da Chesf

4.4. Realização dos Testes de Aterramento

- Verificação da resistência de aterramento:

É injetada uma corrente alternada na malha de aterramento (na frequência de 70 Hz, para que a proteção não atue), e em seguida é verificada a queda de tensão que ocorre em outro ponto distante do local que a corrente estiver sendo injetada.



Figura 30 - Gerador de corrente na frequência desejada (70 Hz)



Figura 31 - Ponto de medição da queda de tensão

Esta medição é realizada em diversos pontos cada vez mais distantes (a distância entre o ponto que a corrente é injetada e o ponto de medição da tensão é sempre medido), para que se possa ser verificado se os resultados obtidos são condizentes com os valores esperados.

- Verificação da conexão dos pontos da malha de aterramento:

Aplica-se uma corrente cc de aproximadamente 100A em um ponto (+) é verificado se ela chega integralmente em outro ponto (-) da malha. O objetivo desse ensaio é conferir se os pontos da malha de aterramento estão realmente conectados.



Figura 32 – Gerador de corrente contínua



Figura 33 – Medição no ponto (-)

Esse procedimento foi repetido para cada ponto da subestação conectado à malha de aterramento, e nenhum problema foi encontrado.

5. CONCLUSÃO

O estágio na Chesf representou importante etapa na formação da aluna, porquanto proporcionou oportunidade de aplicação prática dos conhecimentos aprendidos em sala de aula. A empresa, em razão do seu porte, dispõe de atividades diversificadas e complexas diariamente. Dessa forma, ocorreu intenso contato dos estagiários com os engenheiros e técnicos nas atividades de transmissão de energia elétrica. O programa de estágio foi cumprido e atingiu o objetivo maior, que é a inserção do estudante de graduação em engenharia elétrica com situações reais como intervenções na rede, reuniões de projeto e viagens de campo.

Imprescindível ressaltar a orientação realizada pelos supervisores da Chesf Vladimir Cesarino e Evandro Soares, que possibilitou o exercício das qualidades profissionais da estagiária, além de desenvolver as habilidades de trabalho em grupo, convivência com colegas numa empresa, e capacidade de solução de problemas.

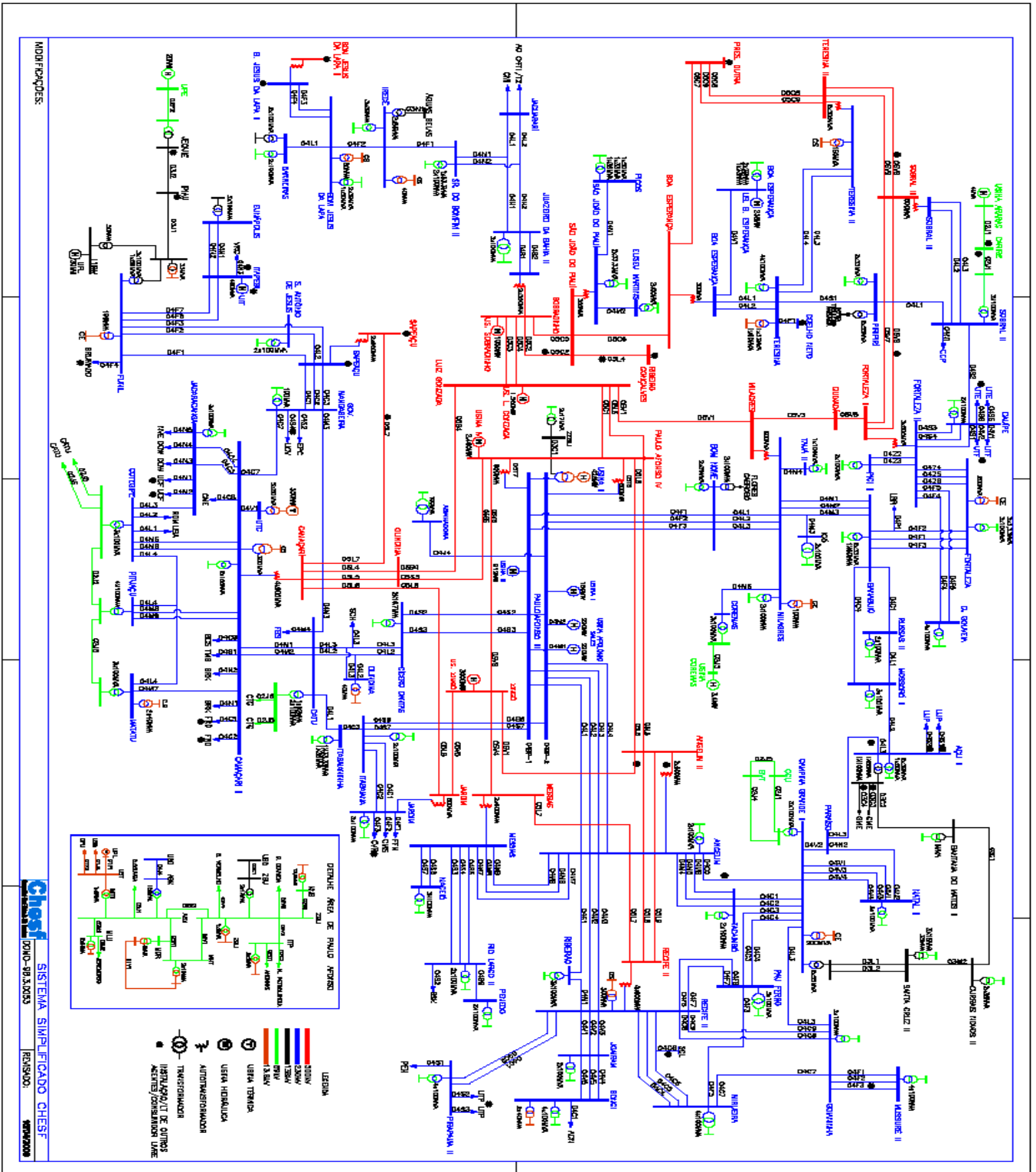
Ter parte em um estágio profissional na Chesf faz salientar a importância desse tipo de experiência para alunos graduandos, pois há enriquecimento pessoal e profissional, fornecendo elementos para que o formando tenha discernimento para escolher a próxima etapa de sua vida.

6. BIBLIOGRAFIA

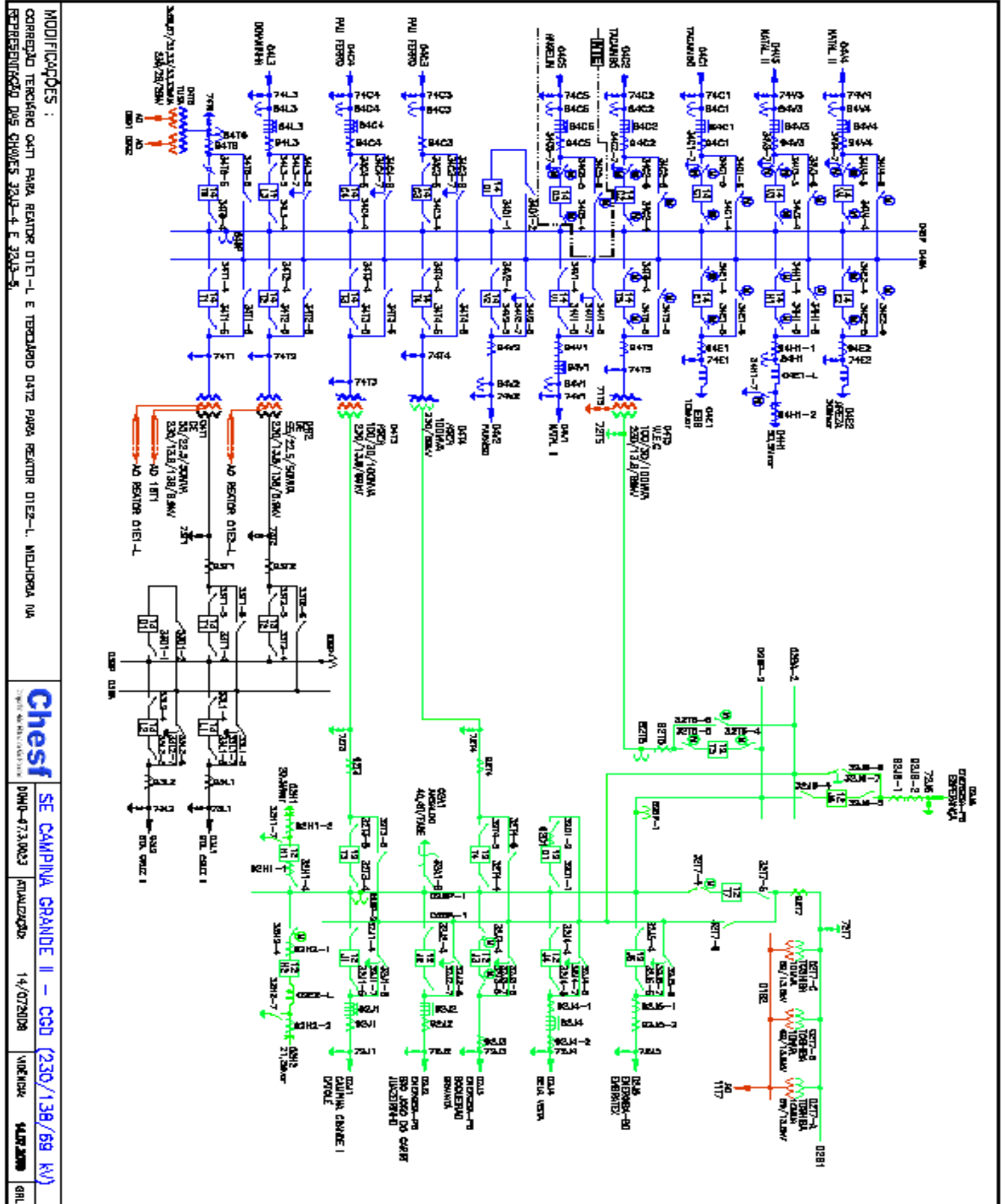
- A. C. Carvalho, A. P. Puente, A. Fuchs, C. M. Portela, E. J. Gueratto, D. D. Figueiredo, F. M. Salgado Carvalho, G. Garcia Junior, I. M. de Souza, J. Amon Filho, J. B. Almeida, J. S. Teixeira, L. P. S. Silva, M. Asano, M. A. G. Drummond, M. Lacorte, M. A. Vorpe, O. Kastup Filho, R. Colombo, S. V. Fernandes Júnior, S. A. Morais, S. O. Frontin, W. J. França. *Disjuntores e Chaves – Aplicações em sistemas de potência*. Furnas – Editora da Universidade Federal Fluminense, 1995.
- Home page da Chesf: www.chesf.gov.br
- Intranet: *Chesfnet*
- Instrução Normativa: *IN-OC.01.004 – Codificação Operacional de Instalações, Equipamentos e Linhas de Transmissão e Representação em Diagrama Unifilar*.
- Norma de Operação: *NO-OC.01.04 – Comunicação Verbal na Operação*.
- Instruções da Manutenção: *IM-NM-LT-M-055 – Inspeção de Linhas de Transmissão*.

7. APÊNDICE

Sistema Simplificado Chesf



SE CGD



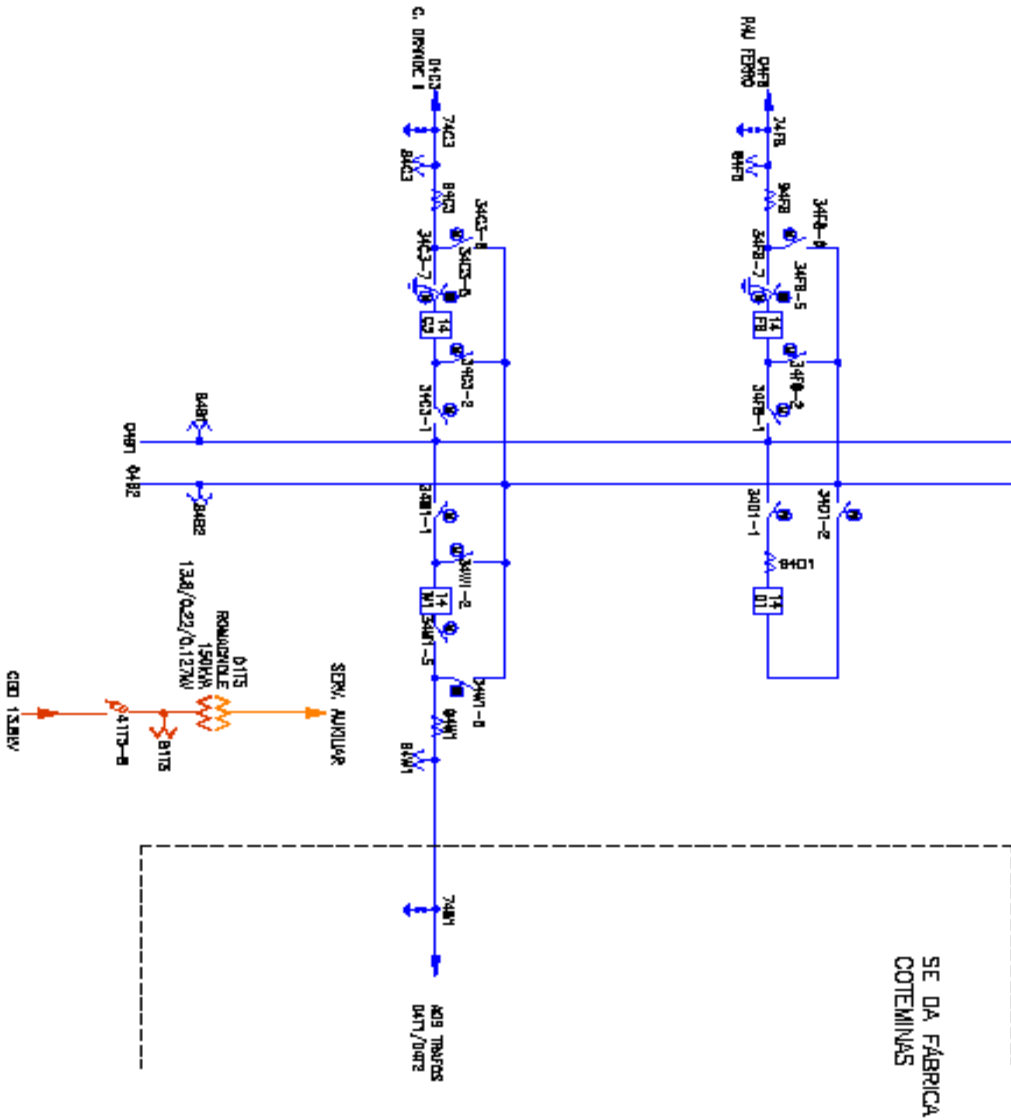
MODIFICAÇÕES :

CONFERIR TENSÃO CORT PARA REATOR D1E2-L E TENSÃO DATA PARA REATOR D1E2-L. INCLUIR IA 10A
 REPRERSENTAR O DMS CHAVEZ 32A-4 E 32A-5.



SE CAMPINA GRANDE II - CGD (230/138/69 KV)
 DWH-473.0023
 ATUALIZAÇÃO 14/072008
 WORKBOOK 14072008
 GRU

MODIFICAÇÕES :
 ENRIQUEDAÇÃO SE COTEMINAS, MUDANÇA DO CÓDIGO DO DISJUNTOR 14T1 PARA 14M1 E
 REPEREÇAMENTO DO TRAFEGO Q1T5 DO SERVA AUX.



Chesf
 SE COTEMINAS - CTM
 DND-08.3.0124
 11/04/2009
 20090904
 GRL