



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELETRICA E INFORMATICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

PHILIFE VANDERLEI SOARES

Setembro de 2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELETRICA E INFORMATICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório apresentado à coordenação de
estágios de Engenharia Elétrica da UFCG,
como parte dos requisitos à obtenção de
título de engenheiro eletrícista.

Aluno: PHILIFE VANDERLEI SOARES

Matrícula: 20311271

Setembro de 2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio Integrado

Trabalho apresentado por: Philipe Vanderlei Soares

Empresa: Usina Caeté S/A MATRIZ

Período de Estágio: Março/2010 a Setembro/2010

Orientador: Benemar Alencar de Souza

Campina Grande – Paraíba

Setembro de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Relatório de Estágio Integrado

Julgado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA:

Orientador

Convidado

Campina Grande – Paraíba
Setembro de 2010

AGRADECIMENTOS

À Deus antes de tudo por me proporcionar a paciência e a paz de espírito para concluir mais essa etapa da minha vida.

Aos meus pais que em nenhum momento duvidaram do meu potencial e me incentivaram em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis.

Ao engenheiro da Usina Caeté, Maurício de Veras, por me dar a oportunidade de estágio e todo acompanhamento possível.

A todo o pessoal da manutenção elétrica da Usina Caeté S.A, principalmente a José Umberto, Luís Vieira, Elvis, Francisco, Carlinhos e Edson Rosa por me proporcionaram momentos agradáveis nos 6 meses de estágio.

A TBrTech e a V.B Eletrotecnia pela paciência que tiveram comigo e por todo conhecimento passado.

Ao professor Benemar que me orientou nesse trabalho e deu todo o apoio para seguir em frente.

E por último, mas não menos importante, a todos os meus amigos de Campina Grande pelos excelentes momentos que lá vivi.

LISTA DE ABREVIações

ISA	Instrument Society of America
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
P&I	Process and Instrumentation
LA	Lado do Acoplamento
LOA	Lado Oposto ao Acoplamento
VHP	Very High Pol Sugar
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Organograma Operacional da Usina Caeté S/A.....	3
Figura 3.1 – Cabeçalho do procedimento de manutenção preventiva e corretiva em painéis de alta e baixa tensão	4
Figura 3.2 – Visão geral da Casa de Força 1 e seus cubículos	5
Figura 3.3 – Disjuntor sendo sacado de dentro do cubículo.....	6
Figura 3.4 – Disjuntor a pequeno volume de óleo	6
Figura 3.5 – Disjuntor a vácuo	6
Figura 3.6 – Medição da isolação do disjuntor.....	7
Figura 3.7 – Visão de um painel de comando	8
Figura 3.8 – Re-aperto das conexões	9
Figura 3.9 – Teste de isolação dos cabos	9
Figura 3.10 – (a) Limpeza do barramento, (b) Limpeza dos isoladores, (c) Re-aperto dos parafusos e conexões	12
Figura 3.11 – Chave seccionadora.....	12
Figura 3.12 TPs (acima) e TCs(abaixo).....	12
Figura 3.13 – Curva da resistência de isolamento no tempo	13
Figura 3.14 – Curva da resistência de isolamento no tempo	14

Figura 3.15 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo	15
Figura 3.16 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo	16
Figura 3.17 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo	17
Figura 3.18 – Remoção da luva de acoplamento	19
Figura 3.19 – Remoção das tampas dos mancais LA e LOA	20
Figura 3.20 – Remoção dos Mancais.....	20
Figura 3.21 – Remoção dos selos flutuantes, anéis pescadores e tampas de vedação	20
Figura 3.22 – Remoção das tampas inferiores e dos defletores dos ventiladores LA e LOA.....	21
Figura 3.23 – Limpeza das tampas dos mancais (esquerda) e do tanque de óleo (centro e direita).....	21
Figura 3.24 – Visão da excitatriz do gerador	21
Figura 3.25 – Etapas de remoção do rotor	22
Figura 3.26 – Checagem da amarração das bobinas e fixação das estecas do estator	22
Figura 3.27 – Visão do rotor do gerador	22
Figura 3.28 – Bobinas do estator antes e depois do tratamento contra o corona	23
Figura 3.29 – Limpeza do rotor	23
Figura 3.30 – Aplicação de verniz no rotor da máquina.....	24
Figura 3.31 – Ajuste das folgas dos mancais	24

Figura 3.32 – Isolamento do estator após o rejuvenescimento.....	25
Figura 3.33 – Isolamento do campo após o rejuvenescimento	25
Figura 3.34 – Isolamento da armadura e campo da excitatriz após o rejuvenescimento	26
Figura 3.35 – Modelo de irrigação tipo aspersão.....	27
Figura 3.36 – Modelo de irrigação tipo pivot	28
Figura 3.37 – Diagrama Unifilar da irrigação da Usina Caeté.....	32
Figura 3.38 – Telas do supervisorío	37
Figura 3.39 – Malha de controle do nível da garapeira	38
Figura 3.40 – Modelo de uma curva de nível	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 – Tensão do Megôhmetro em função da tensão nominal da máquina.....	12
Tabela 3-2 – Valores do índice do absorção e a condição do isolante	13
Tabela 3-3 – Valores do índice de polarização e a condição do isolante.....	14
Tabela 3-4 – Valores do índice de absorção e polarização	15
Tabela 3-5 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo	15
Tabela 3-6 – Resistência do estator e Impedância do rotor com e sem o efeito do campo fechado	16
Tabela 3-7 - Valores do índice de absorção e polarização	16
Tabela 3-8 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo	16
Tabela 3-9 – Resistência e Impedância do campo	17
Tabela 3-10 – Valores dos índices de absorção e polarização	17
Tabela 3-11 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo	17
Tabela 3-12 – Resistência e Impedância da armadura da excitatriz com e sem o efeito do campo fechado	18
Tabela 3-13 – Valores do isolamento dos diodos da ponte retificadora	18
Tabela 3-14 – Esquema de distribuição de tensão.....	18
Tabela 3-15 – Tensão Calculada de cada pólo e a média das tensões de pólo.....	19
Tabela 3-16 – Condições do gerador pós rejuvenescimento	26

Tabela 3-17 – Dados dos equipamentos das adutoras	30
Tabela 3-18 – Dados dos equipamentos das casas de bomba do pivot	31
Tabela 3-19 – Letras de identificação dos instrumentos	34
Tabela 3-20 – Simbologia geral para instrumentos ou funções programadas	35
Tabela 3-21 – Simbologia e funções de processamento de sinais.....	35
Tabela 3-22 – Simbologia de linhas para instrumento.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. A EMPRESA.....	2
2.1. POLÍTICA DE QUALIDADE E MEIO AMBIENTE.....	2
2.2. ORGANOGRAMA.....	3
3. ATIVIDADES REALIZADAS	4
3.1. ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS PAINÉIS DE ALTA E BAIXA TENSÃO DAS CASAS DE FORÇA 1 E 2 E DA SUBESTAÇÃO DE 69 kV	4
3.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO GERADOR G2.....	112
3.3. LEVANTAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA IRRIGAÇÃO (ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO)	27
3.4. LEVANTAMENTO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO PROCESSO DE AÇUCAR E ÁLCOOL.....	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5. BIBLIOGRAFIA.....	41

1. INTRODUÇÃO

O estágio integrado foi realizado na Usina Caeté S.A Matriz sediada na cidade de São Miguel dos Campos – AL. A realização do estágio foi possível através de um convênio cruzado entre a Usina Caeté S.A e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) utilizando o CIEE (Centro de Integração Empresa Escola) como intermediário.

Durante o estágio foram realizadas diversas atividades no que diz respeito à manutenções preventivas, corretivas e preditivas nos equipamentos elétricos. Já na parte de projetos, foram construídos diagramas (P&I) dos processos da destilaria, com base nas normas da ISA S 5.1, que servem de base para a norma brasileira NBR 8190 da ABNT. Diagramas unifilares da rede de distribuição da irrigação da empresa foram elaborados com o intuito de fazer um levantamento dos equipamentos residentes no campo.

2. A EMPRESA

A Usina Caeté foi a primeira Usina do Grupo Carlos Lyra adquirida em 1965. É fruto da visão de vanguarda de Carlos Lyra, que vislumbrou, naquela época, a possibilidade de se cultivar cana-de-açúcar nos famosos tabuleiros de Alagoas, fato que só foi possível graças à utilização criteriosa de fertilizantes que tornaram o solo propício ao desenvolvimento da lavoura canavieira.

Hoje ela é a matriz do negócio de produção de Açúcar, Etanol e Energia do grupo Carlos Lyra, tendo ligadas a ela as unidades Cachoeira, Marituba, Volta Grande, Delta e Paulicéia que encontra-se em construção. As duas primeiras localizadas no Estado de Alagoas e as três últimas, na região Sudeste.

A Usina Caeté está localizada no vale de São Miguel dos Campos, estendendo sua área de atuação aos municípios de Roteiro e Barra de São Miguel.

Fornecem Açúcar VHP e Etanol para o mercado internacional através de trading companies, exportando para indústrias químicas dos países asiáticos e europeus, Açúcar cristal para indústrias de refrigerantes, alimentos e varejistas de todo o Nordeste e Etanol para o mercado nacional através de diversas distribuidoras.

2.1. POLÍTICA DE QUALIDADE E MEIO AMBIENTE

A Usina Caeté S/A, Matriz, localizada em São Miguel dos Campos, AL nas suas atividades de produção de açúcar, etanol, energia elétrica e outros derivados de cana-de-

açúcar, seguindo os princípios e diretrizes do Grupo Carlos Lyra para Qualidade e Meio Ambiente, se compromete a:

- Produzir com Qualidade, mantendo produtos adequados ao uso e a satisfação de seus clientes;
- Garantir a melhoria contínua e a prevenção da poluição através de Objetivos e Metas técnicas e economicamente viáveis;
- Manter canal de atendimento responsável e aberto com seus clientes, colaboradores e demais partes interessadas;
- Atender todos os requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos que se relacionem aos seus aspectos ambientais;
- Manter sob controle seus resíduos, suas emissões, os recursos naturais e os riscos associados ao seu negócio.

2.2. ORGANOGRAMA

A estrutura operacional da Usina Caeté S/A é apresentada abaixo:

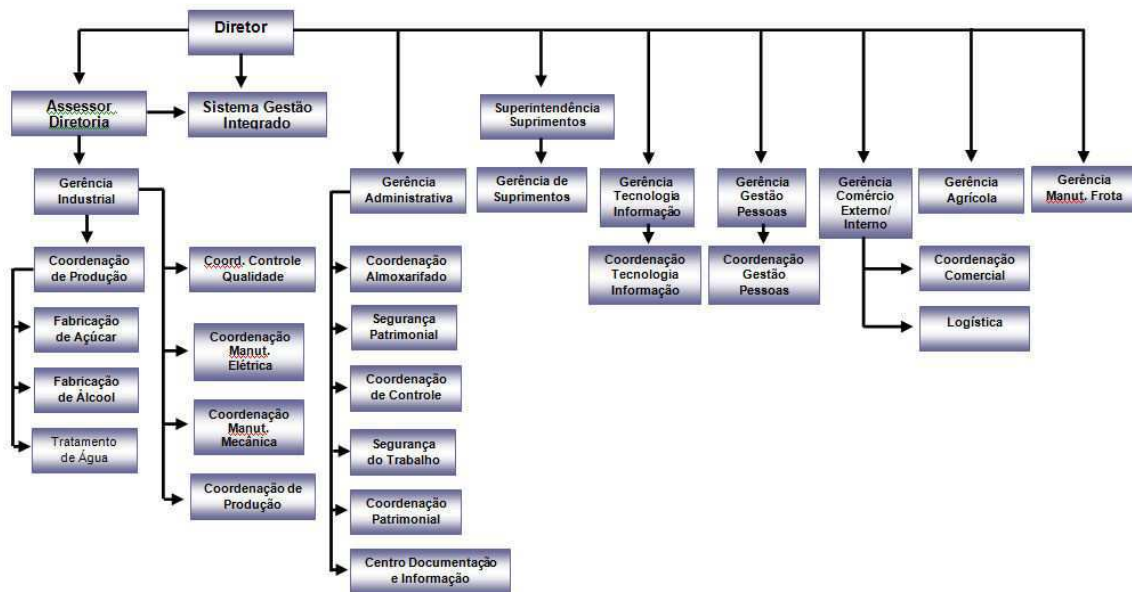


Figura 2.1 – Organograma Operacional da Usina Caeté S/A

3. ATIVIDADES REALIZADAS

3.1. ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS PAINÉIS DE ALTA E BAIXA TENSÃO DAS CASAS DE FORÇA 1 E 2 E DA SUBESTAÇÃO DE 69 kV

3.1.1. INTRODUÇÃO

Uma das atividades desenvolvidas no período de estágio foi o acompanhamento das manutenções nos painéis de alta e baixa tensão que se encontravam na Casa de Força 1 e 2 e na Subestação de 69 kV. Uma manutenção constante e periódica nesses painéis possibilita trabalhar por longos períodos sem a ocorrência de problemas.

O trabalho aqui consistiu em acompanhar a equipe de manutenção elétrica realizar as devidas ações para preservar os painéis e todos os equipamentos neles contidos.

3.1.1.1.

3.1.2. PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO

A manutenção dos painéis sejam eles de alta, média ou baixa tensão, segue rigorosos procedimentos criados própria empresa visando estabelecer diretrizes e pré-requisitos para manutenção preventiva e corretiva com a finalidade de eliminar o risco de acidente no trabalho atendendo a requisitos legais da ISO 14001, NR 10 e outros. Nesse documento existe o passo a passo que deve ser seguido desde o desligamento do painel, passando pela inspeção criteriosa do mesmo até a entrega em condições de funcionamento para operação.



USINA CAETÉ S/A MÁTRIZ			
			
TÍTULO: : MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA EM PAINÉIS DE AT E BT			
ITEM NORMATIVO: 4.4.6	CÓDIGO: P.COMEL. 002	REV: 03	ACESSO: LIVRE PÁG: 1/5

Figura 3.1 – Cabeçalho do procedimento de manutenção preventiva e corretiva em painéis de alta e baixa tensão

3.1.3. A ATIVIDADE

O acompanhamento da manutenção ocorreu em 3 etapas:

- Acompanhamento da manutenção preventiva nos painéis das casas de força 1 e 2;
- Acompanhamento da manutenção dos painéis da casa de força 2;
- Acompanhamento da manutenção na subestação de 69 kV.

Durante um período de 31 dias, foi realizada na subestação de 69 kV e nas casas de força 1 e 2 a manutenção nos cubículos de alta tensão e nos painéis de baixa tensão.



Figura 3.2 – Visão geral da Casa de Força 1 e seus cubículos

A manutenção dos cubículos de alta tensão pode ser separada em três etapas como se segue:

1ª Etapa – Manutenção dos Disjuntores

Antes de realizar propriamente a manutenção algumas medidas devem ser tomadas, portanto o cubículo é seccionado do barramento pela abertura do disjuntor e posteriormente abertura da chave seccionadora. Como os disjuntores todos são de construção do tipo extraível os mesmo podem ser sacados de dentro do cubículo, como sugerido na figura 3.3.



Figura 3.3 – Disjuntor sendo sacado de dentro do cubículo

Por se tratar de uma empresa antiga, porém de constante renovação da planta industrial, disjuntores de diferentes marcas e tipos convivem no mesmo ambiente. Atualmente encontram, entre as casas de força e a subestação, disjuntores a pequeno volume de óleo e a vácuo, figuras 3.4 e 3.5.



Figura 3.4 – Disjuntor a pequeno volume de óleo



Figura 3.5 – Disjuntor a vácuo

Indiferentemente do tipo de disjuntor, os primeiros passos da manutenção são idênticos e podem ser separadas em um passo a passo da seguinte forma:

- Retirar o disjuntor
 - Fazer o seccionamento
 - Fazer o impedimento de re-energização

- Retirar o disjuntor do cubículo
- Fazer a sinalização de impedimento de re-energização
- Liberar o disjuntor para manutenção
- Inspeção do circuito de comando
 - Re-aperto dos bornes de conexão;
 - Limpeza dos contatos;
 - Verificação de funcionamento das molas de abertura e fechamento;
 - Verificação de funcionamento do motor de carregamento das molas;
- Limpeza externa do disjuntor com material isolante;
- Medição do isolamento dos pólos do disjuntor com uso do Megôhmetro.(Figura 3.6)
 - Entrada X Entrada;
 - Entrada x Saída;
 - Saída X Saída;
 - Entrada X Carcaça;
 - Saída X Carcaça;
 - Teste de continuidade

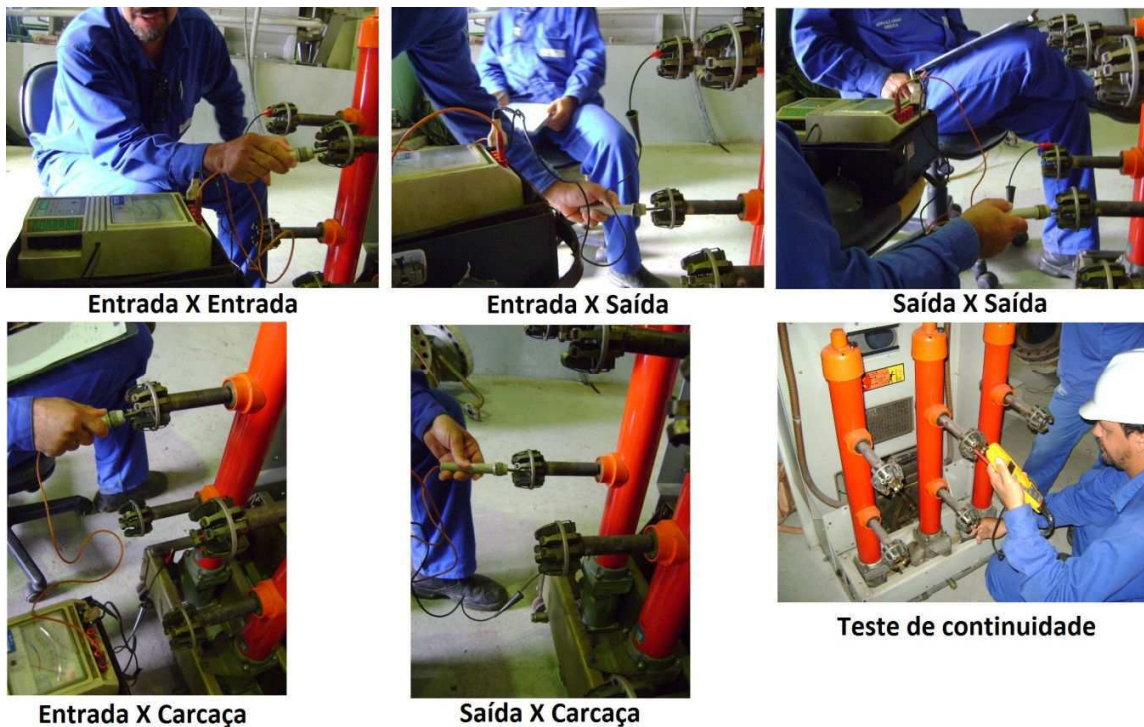


Figura 3.6 – Medição da isolamento do disjuntor

Além dessas etapas, se o disjuntor for do tipo a pequeno volume de óleo deve-se ainda verificar o nível do óleo da câmara de extinção.

Após a manutenção do disjuntor um formulário é preenchido com as observações e medições obtidas do disjuntor.

Por se tratar de equipamentos que podem ser extraídos, esses disjuntores podem ser separados do circuito sem a interrupção do mesmo. Tanto a casa de força como a subestação possuem um disjuntor reserva o que possibilita o rodízio de disjuntores na manutenção, porém existem disjuntores que não podem ser desconectados do circuito por prejuízo de parada de toda a fábrica ou de setores importantes, é o caso do disjuntor geral da industria entre outros. Esses disjuntores junto com outros equipamentos que não podem ser desligados sofreram manutenção em um dia especial (Dia do desligamento geral).

2ª Etapa – Manutenção dos Painéis



Figura 3.7 – Visão de um painel de comando

A manutenção dos painéis o mostrada na figura 3.7 segue a mesma sistemática adotada para os disjuntores. Segue o passo a passo sugerido pelo formulário de manutenção dos painéis.

- Desligar o painel
 - Fazer o seccionamento
 - Fazer o impedimento de re-energização
 - Fazer a constatação de ausência de tensão

- Fazer a proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada
- Fazer a sinalização de impedimento de re-energização
- Liberar do painel para manutenção
- Inspeção Sensitiva
 - Verificar o estado de limpeza e da pintura
 - Executar a inspeção visual nos isoladores e barramentos, certificando que os mesmos estejam limpos e isentos de rachaduras
 - Verificar canaletas e tampas
 - Verificar suportes e fixações
 - Verificar o estado dos cabos e conexões(oxidação e degradação do material isolante)
 - Verificar ruídos estranhos e vibrações eletromagnética
 - Verificar os componentes quanto à trincas e quebra ou desgaste seja do parte isolante ou metálica do corpo
 - Verificar vestígios de carbonização, poeira ou outros materiais estranhos depositados sobre os componentes
 - Verificar as condições dos fusíveis (caso de chaves seccionadoras) e disjuntores
 - Verificar sinalização, medidores, chaves e botões
 - Verificar aterramentos
 - Verificar a identificação dos componentes e dos painéis
 - Verificar as condições mecânicas dos painéis tais como: abertura e fechamento das portas, trincos e fechaduras.
 - Inspeção visual dos cabos de comando e força
 - Inspeção visual no estado físico e funcional dos equipamentos elétricos internos ao painel
 - Re-aperto em todos os parafusos e conexões (Figura 3.8)
 - Teste de resistência de aterramento do painel e equipotencialização do sistema de aterramento com o CCM
 - Teste de isolamento dos cabos de entrada e saída com uso do Megôhmetro (figura 3.9)
 - Teste funcional do painel
- Fazer um relatório da inspeção da instalação do painel
- Entregar o painel em condições de funcionamento



Figura 3.8 – Re-aperto das conexões

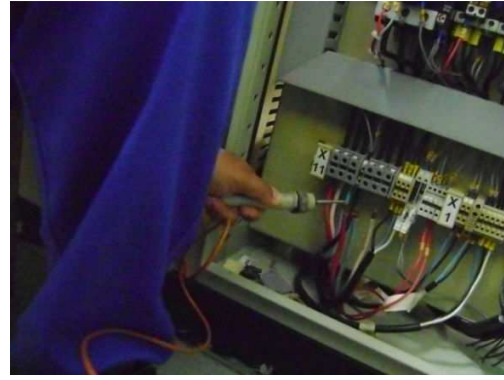


Figura 3.9 – Teste de isolamento dos cabos

3ª Etapa – Manutenção do barramento e transformadores de instrumento

Independentemente da época do ano, seja safra ou entre safra, os barramentos da indústria estão sempre energizados. Os barramentos, assim como TPs e TCS e alguns disjuntores sofrem a manutenção conjunta no dia do desligamento geral da usina. Nesse dia, a *Eletróbrás Distribuidora Alagoas*, antiga CEAL, realiza o desligamento da Usina. Um verdadeiro mutirão é convocado nesse dia já que são muitos equipamentos para pouco tempo, visto que a limpeza e manutenção dos equipamentos só pode ser feita enquanto restar luz natural.

Como tudo na indústria, o desligamento deve seguir um protocolo. O mesmo consiste em:

- Pedir o desligamento
- Esperar confirmação
- Fazer a constatação de ausência de tensão pelo lado da concessionária
- Fazer a instalação de aterramento temporário pelo lado da concessionária
- Liberar a indústria para a manutenção

Realizados esses passos, garantindo a ausência de tensão em toda fábrica, a manutenção dos barramentos, TPs, TCs pode ser realizada.

Uma vez que o electricista encontra-se sobre o barramento, respeitando sempre as normas de segurança, o mesmo deve seguir o seguinte procedimento:

- Verificar a integridade do barramento
- Verificar o estado da limpeza e pintura
- Executar a inspeção visual nos isoladores
- Realizar a limpeza do barramento e isoladores (Figuras 3.10a e 3.10b)
- Re-aperto em todos os parafusos e conexões (Figura 3.10c)
- Teste de isolamento do barramento com uso do Megôhmetro

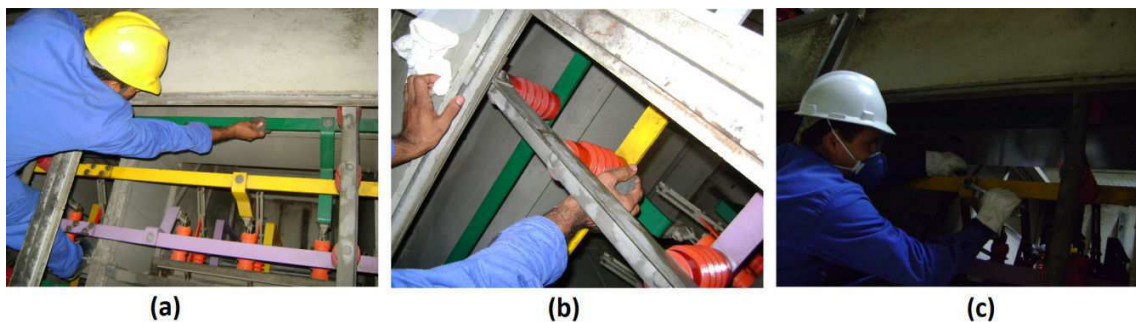


Figura 3.10 – (a) Limpeza do barramento, (b) Limpeza dos isoladores, (c) Re-aperto dos parafusos e conexões

A limpeza das chaves seccionadoras (figura 3.11) e dos TPs e TCs (figura 3.12) também seguem o mesmo passo a passo.



Figura 3.11 – Chave seccionadora



Figura 3.12 TPs (acima) e TCs (abaixo)

3.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO GERADOR G2

3.2.1. INTRODUÇÃO

Essa atividade consistiu no acompanhamento da manutenção do gerador G2 (gerador síncrono trifásico TOSHIBA de 18,75 MVA).

O gerador G2 foi adquirido pela Usina Caeté no dia 14/08/2000 e desde essa data o mesmo veio operando sem nenhuma manutenção. A manutenção de um equipamento desse porte é sugerida que seja realizada de 8 em 8 anos, ou seja, já havia passado o tempo.

Uma empresa autorizada pela TOSHIBA foi contratada para realizar a limpeza do rotor e estator, a TBrTech. Paralelo a isso, uma outra empresa foi responsável por fazer medições no isolamento das mais diferentes partes do gerador, a V.B Eletrotecnia.

Foram realizadas medições a respeito do isolamento da máquina antes, depois realizado a limpeza da máquina e então realizada as medições novamente para traçar um comparativo de melhora do isolamento.

3.2.2. REVISÃO TEÓRICA

A isolação para a terra pode utilizando os megôhmetros é a maneira vai fácil de se ter uma idéia do nível de isolamento do equipamento. É utilizado o método sugerido pela IEEE no artigo *“The Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery” (IEEE 43)*.

O método consistem basicamente na lei de Ohm ($R = V/I$) e o equipamento utilizado é o Megôhmetro (Figura 3.13). O megôhmetro aplica uma tensão aos enrolamentos da máquina proporcional ao nível de tensão da máquina segundo a tabela 3.1 e então é verificado no frontal do equipamento a impedância em $M\Omega$ da isolação, dessa forma é possível levantar uma curva do isolamento no tempo.

Tabela 3-1 – Tensão do Megôhmetro em função da tensão nominal da máquina.

Winding Voltage	IR DC Voltage Applied
<1000	500
1001 – 2500	500-1000
2501 – 5000	1000-2500
5001 – 12000	2500-5000
>12001	5000-10000

ÍNDICE DE ABSORÇÃO

O índice de absorção dielétrica é a razão entre o valor da impedância em 60 segundos e em 30 segundos. Como mostrado na figura 3.13, o índice de absorção é a divisão de A por B. Em sistemas de boa isolação as moléculas de água devem polarizar lentamente e incrementando aos pouco e chegando a um patamar não devem mais se polarizam, porém não é muito difícil de encontrar situações onde as partículas se polarizam muito rapidamente e logo alcançam o patamar.

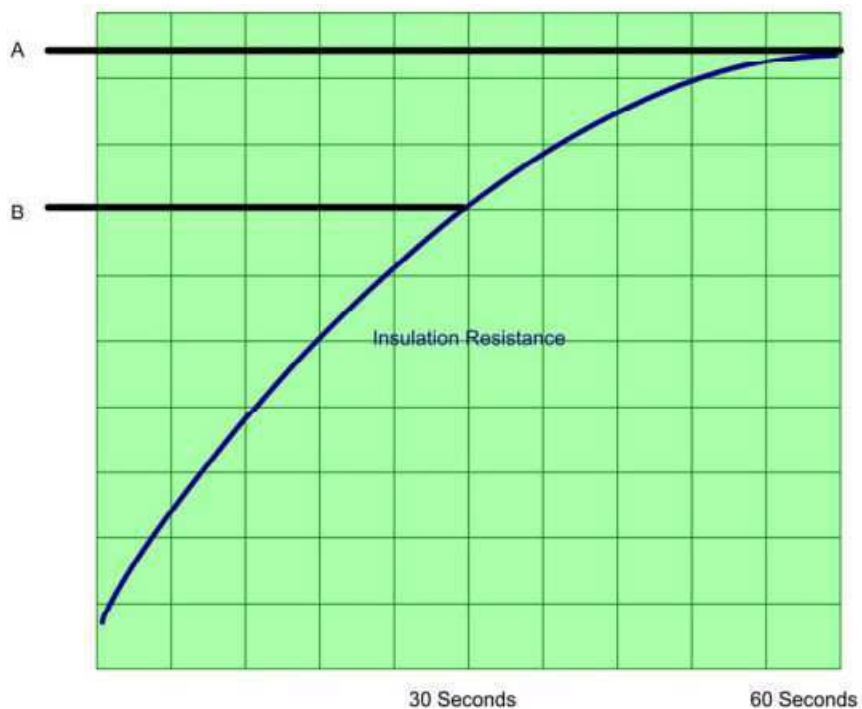


Figura 3.13 – Curva da resistência de isolamento no tempo

Valores para o índice de polarização e a condição do isolamento podem ser verificados na tabela 3.2.

Tabela 3-2 – Valores do índice do absorção e a condição do isolante

Insulation Condition	Dielectric Absorption Ratio
Dangerous	< 1
Questionable	1.0 – 1.4
Good	1.4 – 1.6
Excellent	> 1.6

ÍNDICE DE POLARIZAÇÃO

Índice de polarização é a razão da impedância de 10 minutos pela impedância de 1 minuto. Como pode ser visto na figura 3.14, o índice de polarização é a divisão de A por B. Normalmente o crescimento da curva se incrementando suavemente até alcançar um patamar. Na tabela 3.3 temos faixas de índice de polarização e respectiva condição da máquina.

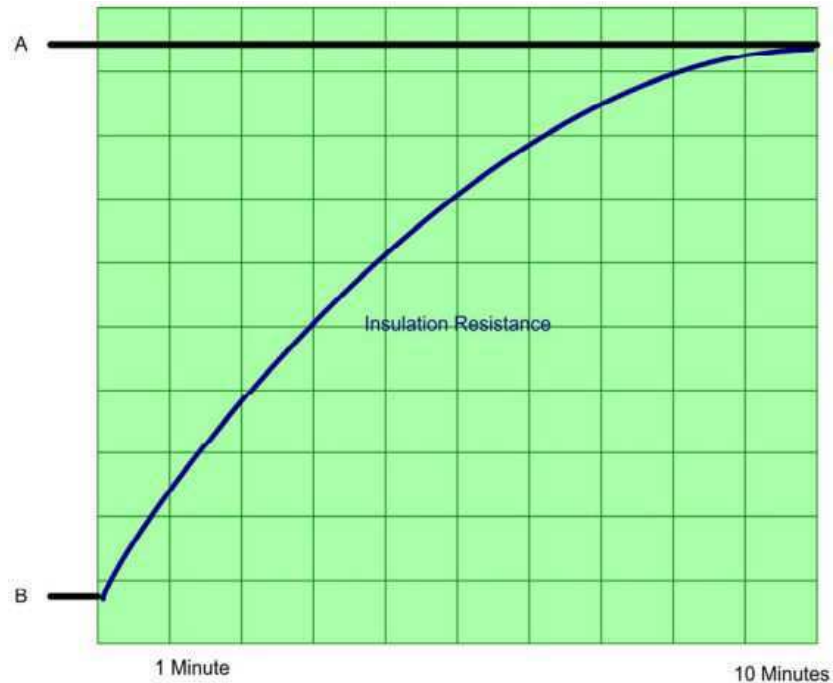


Figura 3.14 – Curva da resistência de isolamento no tempo

Tabela 3-3 – Valores do índice de polarização e a condição do isolante

Insulation Condition	Polarization Index
Dangerous	< 1
Questionable	1.0 – 2.0
Good	2.0 – 4.0
Excellent	> 4

3.2.3.A ATIVIDADE

A atividade consiste no acompanhamento da manutenção do gerador G2. Primeiramente a empresa V.B.Eletrotecnia na representação do engenheiro Jorge Rodriguez realizou a medição do isolamento em diferentes partes do gerador, depois a empresa TBrTech na representação do engenheiro Minoru Suzukawa realizou o desmonte do gerador e limpeza dos rotor e estator da máquina e só então, novamente, a empresa V.B.eletrotecnia realizou as medições do isolamento. Um comparativo do isolamento foi realizado.

1ª ETAPA – MEDIÇÕES DO NÍVEL DO ISOLAMENTO ANTES DO REJUVENESCIMENTO

Por se tratar de uma máquina de 13800 V o megômetro, segundo a tabela 3.1, deve utilizar a tensão na escala de 5 kV. Para as medições realizadas na excitatriz, a tensão de trabalho é de 85 V portanto será utilizada uma tensão do Megômetro de 500 V.

As tabelas 3.2 e 3.3 regulam os limites consideráveis satisfatórios para a isolação.

Medição de Isolamento do Estator R-S-T e Terra

Tabela 3-4 – Valores do índice de absorção e polarização

Estator	MΩ	R-S-T	R	S	T
Isolação a 30s		230	720	750	520
Isolação a 1 min		250	900	950	650
Isolação a 10 min		380	1540	2000	1240
Índice absorção		1,09	1,25	1,27	1,25
Índice Polarização		1,52	1,71	2,11	1,91

Os valores em vermelho são valores considerados críticos.

Tabela 3-5 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo

Megger de 5000 V medidas em (MΩ)	RTD 28 °C						42% Umidade						
t(min)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R-S-T e Terra	230	250	300	330	350	360	350	360	370	390	380	410	400
R e Terra	720	900	1140	1300	1340	1440	1470	1510	1450	1480	1540	1620	1700
S e Terra	750	950	1220	1360	1550	1720	1760	1700	1850	1900	2000	2100	2100
T e Terra	520	650	700	850	950	1040	1080	1140	1200	1180	1240	1260	1300

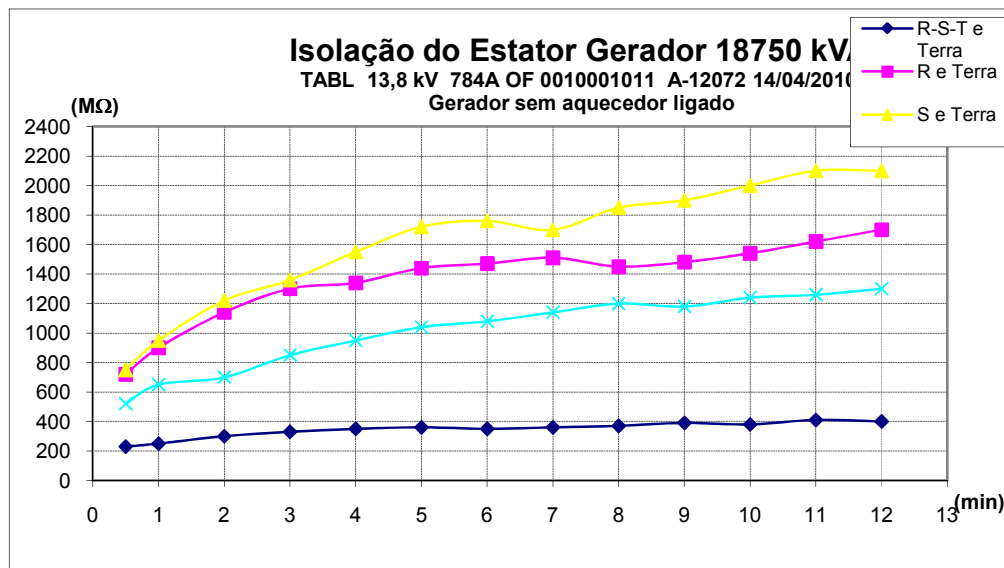


Figura 3.15 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo

Tabela 3-6 – Resistência do estator e Impedância do rotor com e sem o efeito do campo fechado

Resistência (Ω) estator				Impedância campo fechado				Impedância campo fechado			
	Vcc	I(A)	R(Ω)	Vac	I(A)	Z(Ω)	Freq	Vac	I(A)	Z(Ω)	Freq
U -V	0,363	5,10	0,0712	9,06	1,76	5,15	60Hz	9,07	1,65	5,50	60Hz
U -W	0,362	5,10	0,0710	9,05	1,49	6,07	60Hz	9,07	1,46	6,21	60Hz
V -W	0,363	5,12	0,0709	9,05	1,35	6,70	60Hz	9,07	1,35	6,72	60Hz

Ensaio com o campo aberto e fechado são necessários para avaliar o efeito a impedância do campo refletida para a armadura.

Medição de Isolamento do Campo do Gerador

Tabela 3-7 - Valores do índice de absorção e polarização

Campo e Terra	M Ω
Isolação a 30s	0,24
Isolação a 1 min	0,24
Isolação a 10 min	0,24
Índice absorção	1,00
Índice Polarização	1,00

Os valores em vermelho são valores considerados críticos.

Tabela 3-8 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo

Megger de 500 V	Valores em (M Ω)												
t(min)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Campo/Terra	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

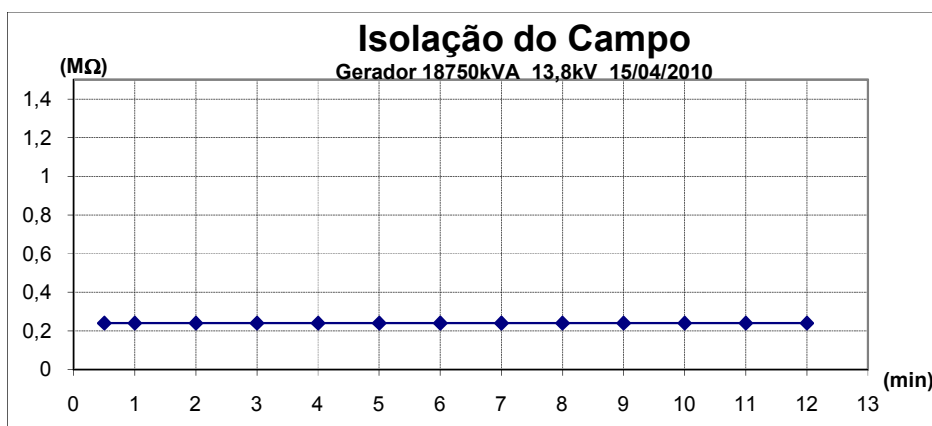


Figura 3.16 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo

Tabela 3-9 – Resistência e Impedância do campo

Campo Gerador			Campo Gerador			
Vcc	I(A)	R(Ω)	Vac	I(A)	Z(Ω)	Freq
0,712	5,05	0,141	8,99	0,56	16,05	60Hz

Medição de Isolamento da Armadura da Excitatriz e Conjunto retificador

Tabela 3-10 – Valores dos índices de absorção e polarização

Arm Exct e Terra	M Ω	Camp Exct e Terra	M Ω
Isolação a 30s	119	Isolação a 30s	170
Isolação a 1 min	124	Isolação a 1 min	205
Isolação a 10 min	153	Isolação a 10 min	340
Índice absorção	1,04	Índice absorção	1,21
Índice Polarização	1,23	Índice Polarização	1,66

Tabela 3-11 – Valores da resistência de isolamento ao longo do tempo

Megger de 500 V Valores em (M Ω)													
t(min)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Arm Excit	119	124	131	135	137	138	140	143	145	150	153	155	158
Camp Excit	170	205	240	270	290	300	315	320	330	335	340	345	355

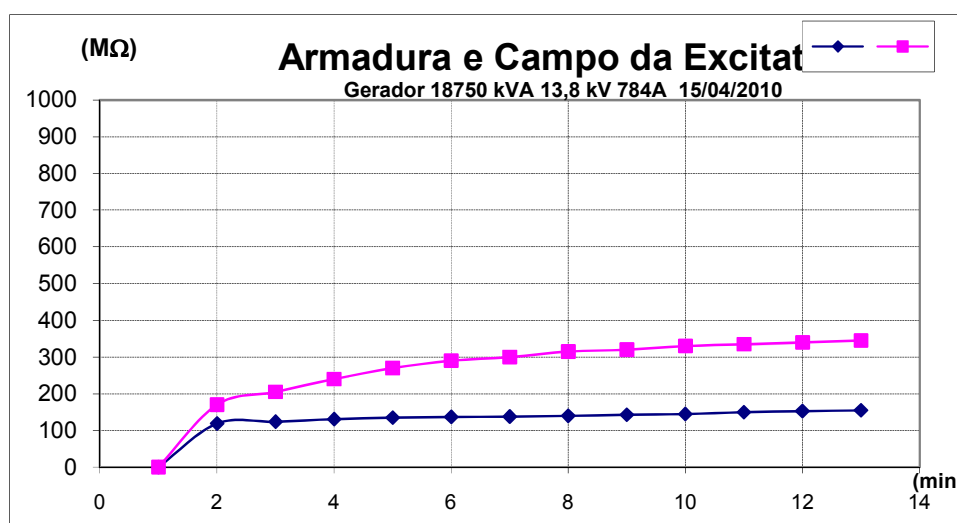


Figura 3.17 – Gráfico da evolução da resistência de isolamento no tempo

Tabela 3-12 – Resistência e Impedância da armadura da excitatriz com e sem o efeito do campo fechado

	Arm Exc			Arm. Exc. Campo fechado				Arm. Exc. Campo aberto			
	Vcc	I(A)	R(Ω)	Vac	I(A)	Z(Ω)	Freq	Vac	I(A)	Z(Ω)	Freq
U -V	0,018	5,25	0,00343	0,445	5,05	0,0881	60Hz	0,451	5,08	0,0888	60Hz
U -W	0,018	5,25	0,00343	0,301	5,04	0,0597	60Hz	0,352	5,08	0,0693	60Hz
V -W	0,018	5,25	0,00343	0,196	5,03	0,0390	60Hz	0,280	5,08	0,0551	60Hz

Medição dos Diodos da ponte Rotativa (6 x Diodos AEGIS A5A 1150.22)

Tabela 3-13 – Valores do isolamento dos diodos da ponte retificadora

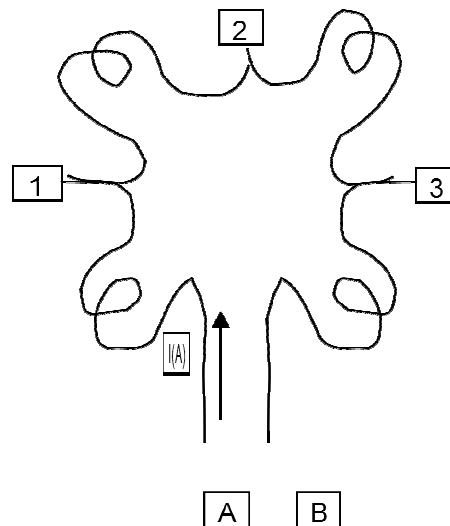
Megger de 500 V		
Diodo	Reverso	Direto
R-1	40 M Ω	0 M Ω
S-1	240 M Ω	0 M Ω
T-1	50 M Ω	0 M Ω
R-2	25 M Ω	0 M Ω
S-2	70 M Ω	0 M Ω
T-2	45 M Ω	0 M Ω

Distribuição de tensão do Rotor

Tabela 3-14 – Esquema de distribuição de tensão

Tensão Aplicada	Volts (Vac)
A -B	8,97
A -1	2,23
A - 2	4,47
A - 3	6,70
B -1	6,72
B - 2	4,48
B - 3	2,24

I (A)	0,58
-------	------



O ensaio de distribuição de tensão serve para verificar se houve alguma anomalia na isolação. Caso exista um problema de isolação, curto-circuitos ocorrerão e a tensão nas bobinas será bastante diferente. A tensão de cada bobina não deve diferir mais que 10% da média.

Tabela 3-15 – Tensão Calculada de cada pólo e a média das tensões de pólo

Pólo	Tensão (V)
P1	2,23
P2	2,24
P3	2,23
P4	2,24
Média	2,235
Erro Máximo	0,224%
Erro Mínimo	0,224%

Medição do Entreferro da Excitatriz

Rotor de quatro pólos. Verificação visual do espaçamento considerou normal.

2ª ETAPA – REVISÃO GERAL DO GERADOR TOSHIBA REMOVENDO O ROTOR DO ESTATOR

A segunda etapa consiste em uma série de atividades que levaram a desmontagem, limpeza e montagem do gerador. Uma sequencia passo a passo detalhará melhor a etapa.

Remoção de Luva de Acoplamento (Meia Luva)



Figura 3.18 – Remoção da luva de acoplamento

Desmontagem das Tampas superior LA e LOA

Desmontagem das Tampas Mancais superior LA e LOA com os pinos guiadore

O pinos guiadore servem para guiar as tampas do mancais para que os mancais não sejam arranhados nesse processo de retirada das tampas.



Figura 3.19 – Remoção das tampas dos mancais LA e LOA

Remoção dos Mancais LA e LOA e checagem e ajuste de assentamentos



Figura 3.20 – Remoção dos Mancais

Remoção de Selos Flutuantes, Anéis pescadores e Tampas de vedação LA e LOA



Figura 3.21 – Remoção dos selos flutuantes, anéis pescadores e tampas de vedação

Remoção das Tampas Inferiores LA e LOA e dos Defletores dos Ventiladores LA e LOA



Figura 3.22 – Remoção das tampas inferiores e dos defletores dos ventiladores LA e LOA

Limpezas nas Tampas dos Mancais LA e LOA e dos Tanques de óleo dos Mancais LA e LOA



Figura 3.23 – Limpeza das tampas dos mancais (esquerda) e do tanque de óleo (centro e direita)

Remoção do conjunto Carcaça-Excitatriz e limpeza do mesmo

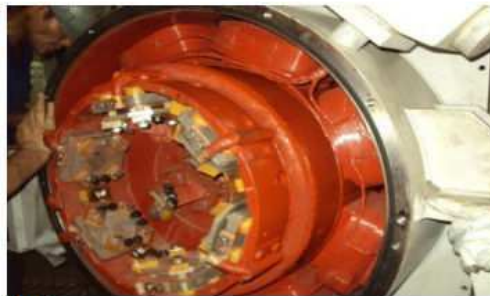


Figura 3.24 – Visão da excitatriz do gerador

Remoção do Rotor, do Estator com auxílio de Tubo prolongador

O tubo prolongador ajudou a remoção do rotor para fora do estator. Na realidade, quem se moveu foi o estator com a ajuda da ponte rolante.



Figura 3.25 – Etapas de remoção do rotor

Checagem de amarração das bobinas e fixação das Estecas do Estator

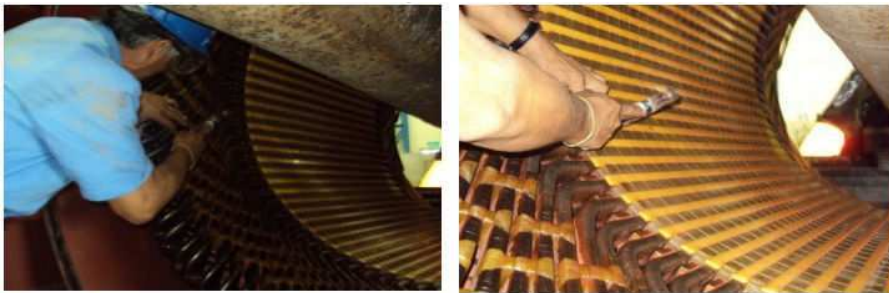


Figura 3.26 – Checagem da amarração das bobinas e fixação das estecas do estator

Checagem de parafusos de fixação das cabeças dos pólos, das cantoneiras, das ligações entre os pólos e dos cabos de alimentação



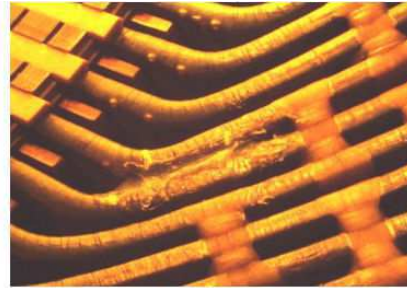
Figura 3.27 – Visão do rotor do gerador

Verificação das condições de estado das bobinas do estator

Foram verificados somente dois pontos de corona em todo o estator. Um dos pontos se encontra no lado acoplado do gerador (LA) e outro no lado oposto ao acoplamento (LOA). Os pontos de corona indicam pequeno desgaste no isolamento naquele local, mas a solução é a injeção de silicone líquido no local para reforçar o isolamento.



LA Pequeno sinal de corona



Feito tratamento



LOA Pequeno sinal de corona



Feito tratamento

Figura 3.28 – Bobinas do estator antes e depois do tratamento contra o corona

Limpeza com Solvente "Chemen SS-47" nos Rotor e Estator



Figura 3.29 – Limpeza do rotor

Secagem do Rotor com Corrente Elétrica e Estufa

Envernizamento com Verniz "CUP 96 Vermelho-Oxido 84320 base Epoxi" da WEG

O último passo do rejuvenescimento do rotor é passar o verniz, que além de dá uma aparência de novo ao rotor o protege de oxidação.



Figura 3.30 – Aplicação de verniz no rotor da máquina

Inserimento do Rotor, no Estator com auxílio de Tubo prolongador

Montagem dos Defletores LA e LOA

Montagem das Tampas inferiores dos mancais LA e LOA

Montagem, nivelamento e ajustes de folgas dos Mancais LA e LOA

Montagem dos Selos Flutuantes (com Graxa Vedante VGL-4) e ajuste de folgas



FOLGAS



NÍVEL

Figura 3.31 – Ajuste das folgas dos mancais

Montagem das Tampas dos Mancais com auxílio de Pino Guiador LA e LOA

Montagem das Tampas superior LA e LOA

Montagem de Conj Excitatriz controlando Entreferro

Montagem de Luva de Acoplamento (Meia luva) controlando temperatura

3ª ETAPA – MEDIÇÕES DO NÍVEL DO ISOLAMENTO DEPOIS DO REJUVENESCIMENTO

Depois de todo o rejuvenescimento realizado pela TBrTech, a melhoria isolamento foi posta a prova por uma nova medição do isolamento da armadura e do campo do gerador e da excitatriz. Os novos resultados foram o seguinte.

Medição de Isolamento do Estator R-S-T e Terra

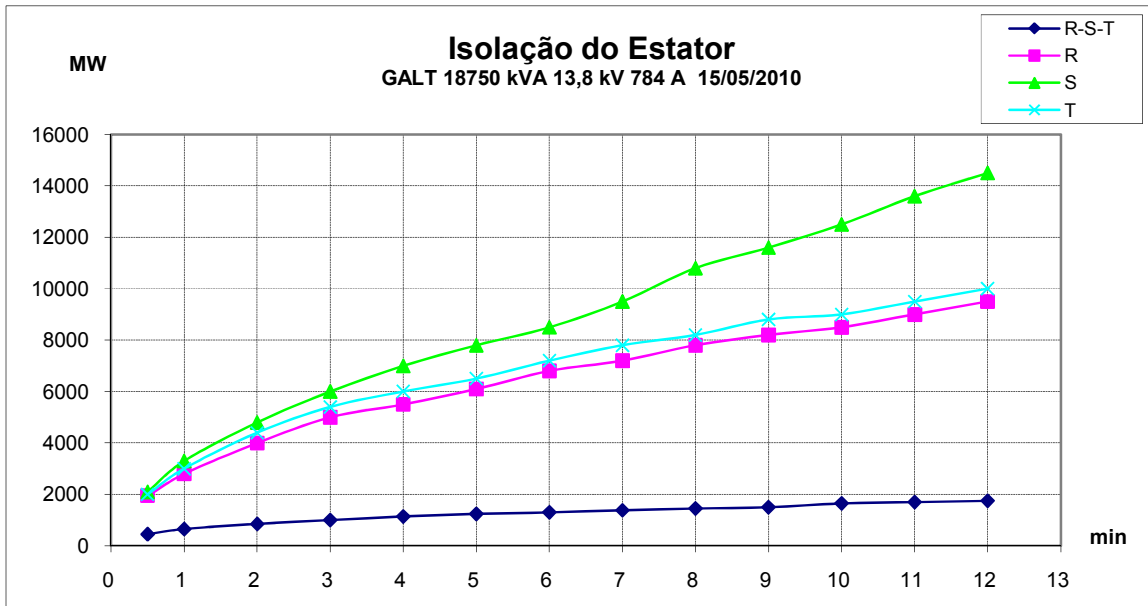
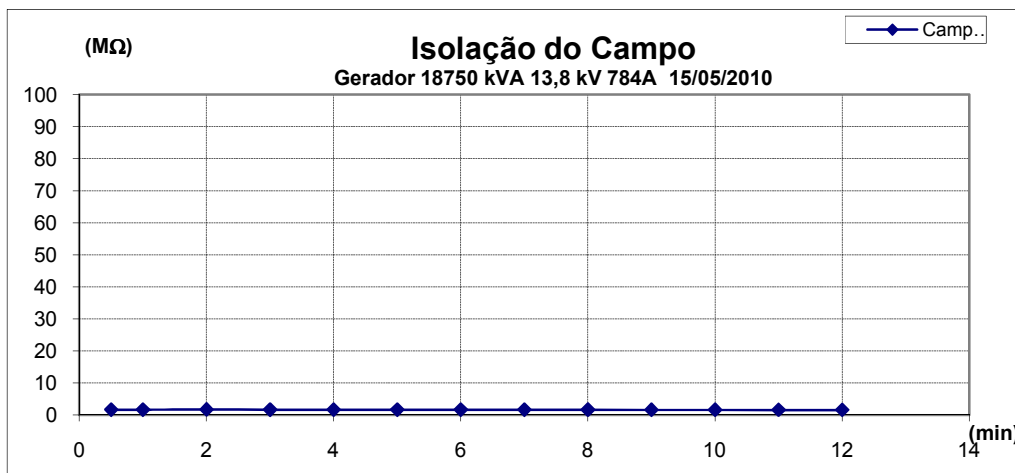


Figura 3.32 – Isolação do estator após o rejuvenescimento

Medição de Isolamento do Campo do Gerador



3.33 – Isolação do campo após o rejuvenescimento

Figura

Medição de Isolamento da Armadura da Excitatriz e Conjunto retificador

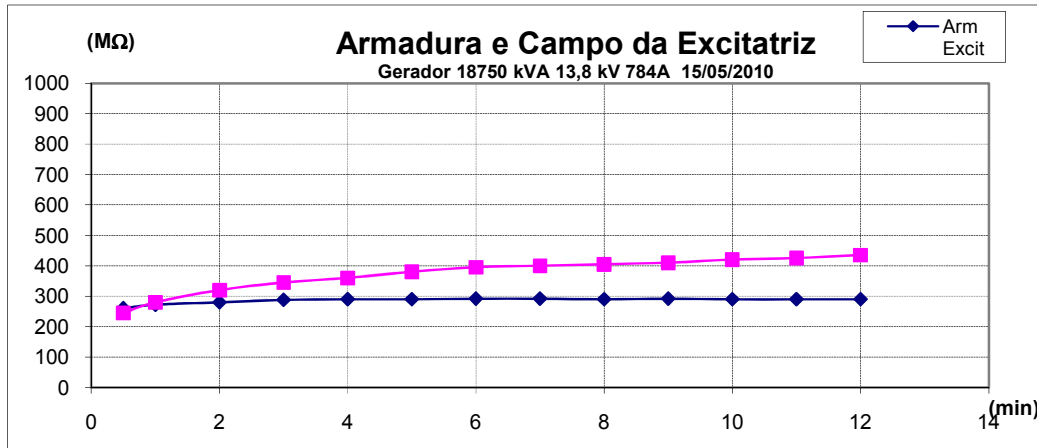


Figura 3.34 – Isolamento da armadura e campo da excitatriz após o rejuvenescimento

COMPARATIVO DO ISOLAMENTO E CONDIÇÕES GERAIS DO GERADOR

Após o rejuvenescimento foi encontrada uma nova realidade no gerador, a melhora foi visível em todos os aspectos. Além dos baixos índices de polarização alguns problemas de ordem mecânica elétrica foram encontrados e solucionados, como exemplo:

- Dois pontos de corona nas bobinas do estator que foram corrigidos com uso de silicone em gel no local;
- Mancais desgastados, mas um rasqueamento leve melhorou o assentamento;
- Folgas e nivelamento nos mancais que foram solucionados.

A tabela 3.16 traz o resumo das condições do gerador após o rejuvenescimento.

Tabela 3-16 – Condições do gerador pós rejuvenescimento

Diodos	Normal
Distribuição de tensão	Normal
Mancais	Normal
Anel Pescador	Normal
Isolação	
Estator do Gerador	IP* melhorado
Campo do Gerador	IP* melhorado
Campo Excitatriz	IP* melhorado
Armadura da Excitatriz	IP* melhorado

* IP - Índice de Polarização

3.3. LEVANTAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA IRRIGAÇÃO (ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO)

3.3.1. INTRODUÇÃO

Nessa atividade o objetivo foi a atualização da rede de distribuição da irrigação. Durante a atividade foi feito o levantamento dos equipamentos do campo, diferenciando os diferentes tipos de irrigação existentes. O levantamento do diagrama unifilar foi realizado acompanhando a rede com a ajuda de um eletrotécnico da área.

3.3.2. REVISÃO TEÓRICA

Nos sistemas de irrigação em geral dois métodos se destacam na empresas sucroalcooleiras, são eles:

Irrigação tipo Aspersão

A figura 3.35 ilustra bem esse tipo de irrigação. Utilizada em geral em terrenos irregulares onde a irrigação por pivot não é permitida. O método de aspersão é composto, normalmente, por um conjunto motobomba, tubulações e aspersores.



Figura 3.35 – Modelo de irrigação tipo aspersão

Irrigação tipo Pivot

A figura 3.36 ilustra bem esse tipo de irrigação. Utilizada em geral em terrenos planos onde se permite o deslocamento livre do pivot por longas distâncias. É muito mais eficiente que o método por aspersão mas o seu uso é bastante restrito as condições do relevo.



Figura 3.36 – Modelo de irrigação tipo pivot

3.3.3.A ATIVIDADE

A área agrícola da Usina Caeté é bastante diversificada no tocante ao tipo de irrigação e carga instalada. A área agrícola pode ser dividida em regiões:

Região A – Compreende as fazendas de Conceição, São João, São José e Carobas

Região B – Compreende as fazendas do Junco, Morro e Gajuru

Região C – Compreende as fazendas de São José II, Prata, Pau Amarelo e Chão do Ouro.

A região A consiste em fazendas de terreno plano, logo possuem irrigação do tipo pivot. Já as regiões B e C são praticamente irrigadas por aspersão devido a um terreno muito acidentado.

Para uma irrigação funcione primeiro tem-se que extrair a água e encana-la, essa função é realizada pelas *adutoras* distribuídas por várias fazendas. Irrigação do tipo pivot precisa que a tubulação esteja pressurizada todo o tempo, nesses locais existem *casas de bomba do pivot* e para irrigação do tipo aspersão a alimentação elétrica vem por pontos de motor elétrico (PME) onde é acoplado um transformador e uma motobomba.

O tipo de partida das bombas depende exclusivamente da carga. Para motores de 250 cv em diante a partida se dá por soft-starters, para cargas menores que essa a partida é direta.

A atividade consistiu em percorrer todas as adutoras e casas de bomba e fazer o levantamento dos seus motores, transformadores, soft-starters, capacitores e equipamentos de proteção. Dessa visita resultou as tabelas 3.16 e 3.17.

Dessa atividade de visita as adutoras, casa de bombas e pontos de motores elétricos, um diagrama unifilar foi gerado com o intuito de facilitar a visualização da rede de distribuição da irrigação como um todo além de detalhar os equipamentos lá contidos. A ferramenta utilizada na elaboração do diagrama unifilar foi o AutoCAD da Autodesk.

Tabela 3-17 – Dados dos equipamentos das adutoras

REGIÃO	ADUTORA	Cabo de Média	Cabo Blindado	Cubículo de Seccionamento		Transformador	Cabo de Baixa	Cubículo de Distribuição	Soft Starter		Motor		Capacitores	
				Disjutor	Seccionadora				Quant.	Corr.	Quant.	CV	Quant.	kvar
A	Riachão	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	500 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	1	475A	1	350	1	45
	São José	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	-	750 kVA	2x150mm ²	1600 A-50kA	2	475A	2	350	2	45
	Pau Brasil	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	1000 kVA	2x150mm ²	1600 A-50kA	2	475A	2	350	2	45
	São João	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	750 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	2	410 A	2	385	2	45
	Carobas	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	1000 kVA	2x150mm ²	1600 A-50kA	3	475A	2	350	2	45
											1	400		
Varrela	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	2x 500kVA	2x150mm ²	2x(800A-50 kA)	2	580A	1	300	2	45	
										1	350			
B	Junco	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	500 kVA	2x150mm ²	1600 A-50kA	2	340A	2	250	2	15
	Morro	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	1	340A	1	250	1	30
	Gajuru	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	500 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	1	410A	1	300	1	15
1									340A	1	250	1	30	
C	São José II	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	630A-25 kA	1	340A	1	200	1	30
	Prata	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	630A-25 kA	1	340A	1	250	1	30
	Pau Amarelo	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	630A-25 kA	1	340A	1	250	1	30
	Chão do Ouro	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	112,5 kVA	2x150mm ²		Partida Direta		1	150	1	15

Tabela 3-18 – Dados dos equipamentos das casas de bomba do pivot

REGIÃO	Casa de Bomba do Pivot	Cabo de Média	Cabo Blindado	Cubículo de Alta		Transformador		Cubículo de Distribuição	Soft Starter		Motor		Capacitores	
				Disjutor	Seccionadora				Disjuntor	Quant.	Corr.	Quant.	CV	Quant.
A	Conceição	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	3x112,5 kVA	2x150mm ²	225 A -50 kA	Partida Direta		3	100	3	15
	São José	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	1000 kVA	2x150mm ²		1600 A-50kA	2	340A	2	250	1
								1		290A	1	200		
	São João	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	500 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	2	340A	2	250	2	30
	Carobas	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	630A-25 kA	400A-15 kV	1000 kVA	2x150mm ²	1600A-50kA		340A	3	250	1	80
	Varrela (esquerdo)	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	1	340A	1	250	1	30
	Varrela (direito)	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	300 kVA	2x150mm ²	800A-50 kA	1	340A	1	250	1	30
	São João (Lote 14)	CAA 54 mm ²	CAA 34 mm ²	-	-	75 kVA	1x34mm ²	225 A -50 kA	Partida Direta		2	30	-	-
	Açude de Vinhaça de Carobas	CAA 54 mm ²	CAA 34 mm ²	-	-	75 kVA	1x50mm ²	225 A -50 kA	Partida Direta		1	75	1	15
Carregamento de Vinhaça	CAA 54 mm ²	CAA 34 mm ²	-	-	75 kVA	1x50mm ²	225 A -50 kA	Partida Direta		2	40	-	-	
										1	75	1	15	
B	Junco	CAA 34 mm ²	Cu 35 mm ²	-	-	500 kVA	2x150mm ²	1600A-50kA	2	340A	2	250	2	50

3.4. LEVANTAMENTO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO PROCESSO DE AÇUCAR E ÁLCOOL

3.4.1. INTRODUÇÃO

Uma das atividades desenvolvidas no período de estágio foi à elaboração de fluxogramas de processo e instrumentação para a destilaria da usina.

O projeto consistiu de um estudo da planta e elaboração do fluxograma de P&I.

3.4.2. REVISÃO TEÓRICA

P&I – FLUXOGRAMA DE ENGENHARIA

Em todo tipo de processo, há passos e funções que precisam ser medidas e controladas para permitir a produção e assegurar a qualidade dos produtos. A instrumentação é utilizada para monitorar e controlar cada etapa do processo. A fim de desenvolver e permitir a compreensão das funções do processo é fundamental que se saiba:

- Quais dispositivos/instrumentos de medição estão instalados;
- Onde estão instalados;
- Para que estão sendo utilizados;
- Quais são os instrumentos relacionados entre si, compondo uma malha de controle.

Fluxogramas de Engenharia, conhecidos internacionalmente como P&I Diagrams (Piping and Instrumentation or Process and Instrumentation Diagrams), são uma das formas de documentar e obter as informações listadas acima. Na construção de um P&I são utilizadas uma série de normas adotadas mundialmente. Estas normas foram desenvolvidas em diversos países, com o objetivo de simplificar e globalizar o entendimento dos documentos utilizados, para representar as configurações utilizadas, para representar as configurações das malhas de instrumentação.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através de sua norma NBR 8190 apresenta e sugere o uso de símbolos gráficos para representação dos diversos instrumentos e suas funções, ocupadas nas malhas de instrumentação. No entanto, como é dada a liberdade para cada empresa estabelecer/escolher a norma a ser seguida na elaboração dos seus documentos de projeto de instrumentação outras normas são utilizadas. Assim, devido a sua maior abrangência e atualização, uma das normas mais utilizadas em projetos industriais no Brasil é a estabelecida pela ISA (Instrument Society of America).

Padrão ISA

A padronização da simbologia, segundo a ISA (*The Instrumentation, Systems and Automation Society*), estabelece através da norma ISA S 5.1 (*Instrumentation, Symbols and Identification*) que cada instrumento deverá ser identificado por um conjunto de letras e algarismos. A primeira letra indica a variável medida / controlada e as letras subsequentes indicam a função desempenhada pelo instrumento. O primeiro conjunto de algarismos indica a área / fábrica e o segundo indica a malha ou função programada à qual o instrumento pertence.

Exemplo:

TRC-210-02A

T - variável medida: Temperatura

R - Função Passiva: Registrador

C - Função Ativa: Controlador

210 - Área da fábrica onde o instrumento atua

02 - Número da malha de controle

A – Sufixo

Tabela 3-19 – Letras de identificação dos instrumentos

Letra	1º Grupo de Letras Variável Medida		2º Grupo de Letras Função		
	1ª Letra	Modificadora	Passiva	Ativa	Modificadora
A	Análise		Alarme		
B	Chama				
C	Condutividade			Controlador	
D	Densidade	Diferencial			
E	Tensão		Sensor		
F	Vazão	Razão			
G	Livre Escolha		Visão Direta		
H	Manual				Alto
I	Corrente Elétrica		Indicador		
J	Potência	Varredura ou Seleção Manual			
K	Tempo	Taxa de Variação		Estação de Controle	
L	Nível		Lâmpada Piloto		Baixo
M	Umidade	Instantâneo			Médio
N	Livre Escolha				
O	Livre Escolha		Orifício		
P	Pressão		Conexão para Ponto de Teste		
Q	Quantidade	Totalização			
R	Radiação		Registrador		
S	Velocidade ou Frequência	Segurança		Chave	
T	Temperatura			Transmissor	
U	Multivariável		Multifunção		
V	Vibração			Válvula	
W	Peso ou Força		Ponta de Prova		
X	Não Classificada	Eixo dos X	Não Classificada	Não Classif.	Não Classif.
Y	Estado, Presença ou Sequência de Eventos	Eixo dos Y		Relé, Conversor, Solenóide	
Z	Posição ou Dimensão	Eixo dos Z		Acionador, Atuador não Classificado	

Tabela 3-20 – Simbologia geral para instrumentos ou funções programadas


















Tipo / Localização	Locação principal acessível ao operador	Montado no campo	Locação auxiliar acessível ao operador	Locação auxiliar não acessível ao operador
Instrumentos discretos				
Instrumentos compartilhados				
Computador de processo				
Controlador programável				

Tabela 3-21 – Simbologia e funções de processamento de sinais

SÍMBOLO	FUNÇÃO	SÍMBOLO	FUNÇÃO
 ou 	SOMA		MULTIPLICAÇÃO
	MÉDIA		DIVISÃO
 ou 	SUBTRAÇÃO		EXTRAÇÃO DE RAIZ QUADRADA
 ou 	PROPORCIONAL		EXTRAÇÃO DE RAIZ
 ou 	INTEGRAL		EXPONENCIAÇÃO
 ou 	DERIVATIVO		FUNÇÃO NÃO LINEAR
	SELETOR DE SINAL ALTO		LIMITE SUPERIOR
	SELETOR DE SINAL BAIXO		LIMITE INFERIOR
	POLARIZAÇÃO		LIMITADOR DE SINAL
	FUNÇÃO TEMPO		CONVERSÃO DE SINAL

Tabela 3-22 – Simbologia de linhas para instrumento

SUPRIMENTO		SINAL BINÁRIO PNEUMÁTICO	
SINAL NÃO DEFINIDO		SINAL ELÉTRICO	
SINAL PNEUMÁTICO		TUBO CAPILAR	
SINAL HIDRÁULICO		SINAL ELETROMAGNÉTICO OU SÔNICO (TRANSMISSÃO NÃO GUIADA)	
SINAL ELETROMAGNÉTICO OU SÔNICO (TRANSMISSÃO GUIADA)		LIGAÇÃO MECÂNICA	
LIGAÇÃO CONFIGURADA INTERNAMENTE AO SISTEMA (LIGAÇÃO POR SOFTWARE)		SINAL BINÁRIO ELÉTRICO	
SINAL FIELDBUS			

3.4.3. A ATIVIDADE

A elaboração deste tipo de diagrama tem como objetivo descrever as como funciona o processo de fermentação alcoólica dentro de uma destilaria.

Para realização da atividade, primeiramente foram realizadas visitas a destilaria. A partir daí, foi iniciado o desenvolvimento dos fluxogramas de processo.

Com o auxílio de telas do supervisor (figura 3.38), foi possível identificar as malhas e instrumentos existentes. Então, com o fluxograma do processo foi concluído. A ferramenta utilizada na elaboração destes foi o AutoCAD da AutoDesk.

Um corte do fluxograma na parte do controle de nível da garapeira pode ser visto na figura 3.39.

O PROCESSO

O controle da garapeira é um exemplo dos tipos de controle exigidos na destilaria. A garapeira está associada a produção do mosto. O mel produzido na fabricação é bombeado pra um tanque de estocagem e de lá é bombeado para um tanque já dentro da destilaria onde é pesado pela *balança*.

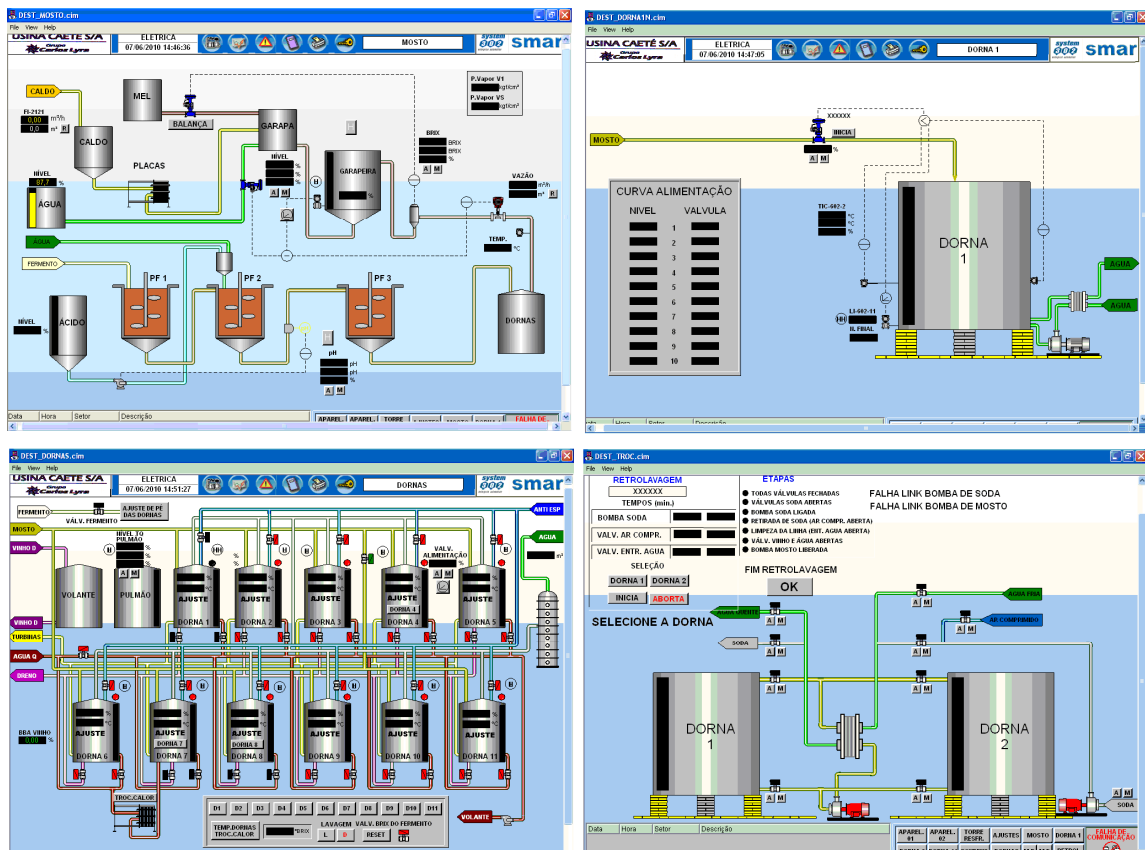


Figura 3.38 – Telas do supervisório

Saindo da balança esse mel segue para a *garrafa misturado*, onde juntamente com a água tratada (enviada da ETA) e caldo (se existir). Forma-se então o mosto que segue para a garapeira onde sofrerá uma mistura homogênea.

Na garapeira, a mistura de mel, água e caldo ocorrerá. Por se tratar de um taque, um controle de nível do mesmo deve ser feito para que não ocorram transbordamentos. Esse controle é delicado já que como pode-se ver tanto na tela do supervisório como no fluxograma de P&I não existe controle algum na entrada de caldo vindo da fabricação.

O controle é feito em cima das válvulas de entrada de água e mel, porém essa abertura deve ser tal que não comprometa a qualidade do mosto. A mistura tem que possuir uma concentração BRIX (sólido solúvel em uma solução) ideal que é verificada sempre por um medidor de brix instalado na saída da garapeira.

A vazão de saída da garapeira também é variável importante, sendo também controlada.

O CONTROLE

Como já mencionado esse controle é complexo envolvendo 3 variáveis de entrada (nível da garapeira, concentração BRUX da solução e vazão de saída da garapeira) e 2 de saída (válvula na entrada de água tratada e mel).

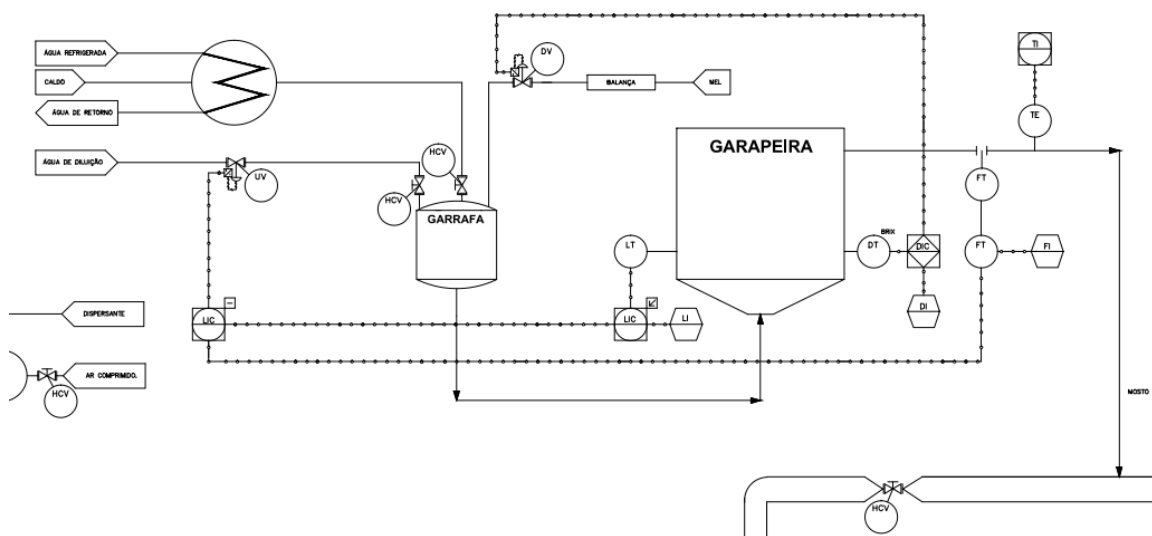


Figura 3.39 – Malha de controle do nível da garapeira

O controle é feito como sugerido na figura 3.39. O controle é feito majoritariamente sobre o nível da garapeira, para isso uma função “*curva de nível*” é criada onde é possível associar a abertura do atuador com o nível da garapeira. atuando então na válvula de entrada de água. Porém se o nível subir demais, conseqüentemente o controle irá forçar a redução de água para dentro da garapeira o que tornará o mosto mais concentrado (concentração BRUX elevada) o que também não é desejável.

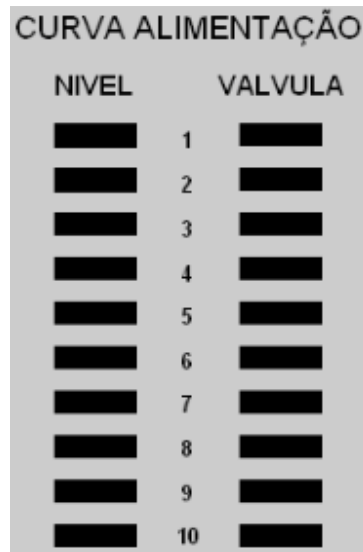


Figura 3.40 – Modelo de uma curva de nível

Como solução para esse problema foi criada uma segunda malha que trabalha verificando as oscilações do BRIX e atuando (quando necessário) na entrada de mel. Essa providencia parece ser suficiente para garantir o BRIX da solução.

Um aumento brusco da vazão de saída da garapeira pode ocorrer sem o necessário aumento do nível da mesma. Para isso, na primeira malha de controle deve ser considerado uma condição. Um bloco de subtração recebe tanto a informação da curva de nível como da vazão de saída e então a ação é ponderação conjunta das duas entradas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades realizadas durante este estágio foram de grande relevância no meu crescimento profissional. Estagiar em uma empresa onde todas as áreas da engenharia elétrica co-existem me permitiu um estágio muito mais amplo do que o usual. Ver de perto a manutenção de equipamentos importantes reforçou a importância das manutenções bem planejadas. A familiarização com os instrumentos de campo e normas utilizadas será de grande uso no futuro.

A Usina Caeté motivou-me para o trabalho em equipe, permitindo ganhos imensuráveis no campo pessoal e profissional.

5. BIBLIOGRAFIA

EASA Electrical Engineering Handbook - DETERMINING THE POLARIZATION INDEX OF MACHINE WINDINGS

NBR 8190 – Simbologia de Instrumentação. Acessado em 06 de Setembro de 2010.

Disponível em: www.instrumentacao.net/introducao/simbologia.php

Eletrobrás. Comitê de Distribuição. Proteção de Sistemas Aéreos de Distribuição – Rio de Janeiro - 1982