



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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

**MONTAGEM ELÉTRICA DA USINA TERMOELÉTRICA SÃO JOSÉ
PINHEIRO**

JAMISON MOTA SARDÁ

ORIENTADOR: Prof. Damásio Fernandes Junior

Campina Grande - PB, Setembro de 2010

JAMISON MOTA SARDÁ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

**MONTAGEM ELÉTRICA DA USINA TERMOELÉTRICA SÃO JOSÉ
DO PINHEIRO**

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Campina Grande - PB, Setembro de 2010

JAMISON MOTA SARDÁ

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

MONTAGEM ELÉTRICA DA USINA TERMOELÉTRICA SÃO JOSÉ DO PINHEIRO

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Data de Aprovação: ___ / ___ / ___

BANCA EXAMINADORA:

Damásio Fernandes Júnior
Universidade Federal de Campina Grande
Professor Orientador

Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Campina Grande-PB, Setembro de 2010

Agradecimentos

A Deus que me deu forças nas horas mais difíceis e esperança nos momentos de angústia.

A toda minha família, especialmente a minha mãe Antônia e avó Maria Mota, por me incentivarem e me ajudarem ao longo da minha vida.

Ao professor Damásio Fernandes Júnior pelo incentivo, apoio e participação valiosa em minha formação acadêmica.

Aos engenheiros Ivson Bandeira e José Muniz pela oportunidade que me concedeu, e toda a equipe da montagem elétrica da BM ENGENHARIA.

Aos amigos Manoel Sátiro Neto, Éder Alelaf, Joálison Guedes, Giovanni Sátiro, Genildo Vasconcelos, Aluísio Júnior, Antonildo Pereira, Rodrigo Almeida, Elias Macedo, Rodolfo Alencar, Marcus Aurélio entre outros, que me apoiaram nas horas que mais precisei ao longo da minha formação acadêmica.

Sumário

1. Introdução.....	07
1.1 A Empresa.....	08
1.2 Visão Geral da UTE São José Pinheiro.....	09
1.3 Aspectos Geais.....	10
2. Malha de Aterramento.....	11
2.1. Aterramento dos Equipamentos.....	11
2.2 Caixas de Inspeção.....	12
3. Montagens dos Encaminhamentos.....	13
4. Equipamentos da UTE SJP.....	13
4.1 Gerador.....	13
4.1.1 Partes Construtivas do Gerador.....	14
4.2 Transformador de Serviços Auxiliares.....	15
4.3 CCM das Torres de Resfriamento.....	15
4.4 CCM de Serviços Auxiliares.....	16
4.5 Caldeiras.....	16
4.6 Torres de Resfriamento.....	17
4.7 Turbina.....	17
4.8 Redutor.....	18
4.9 Exaustor de Névoa.....	20
4.10 Sala de Controle.....	20
5. Montagens da SE SJP.....	21
5.1 Transformador de Corrente (TC).....	22
5.2 Transformador de Potencial (TP).....	23
5.3 Disjuntor.....	25
5.4 Chave Seccionadora.....	26
5.5 Pára-Raios.....	28
5.6 Transformador Trifásico.....	30
6. Cabos	32
6.1 Cabos Afitox 1 kV - BT 0.6/1 kV.....	32
6.2 Cabos EP-DRY 105 MT - 12/20 kV.....	33
6.3 Cabos de Controle Ficom F - 500 V e 1 kV.....	34
6.4 Cabos de Controle Ficom B-F - 500 V e 1 kV.....	35
6.5 Muflas.....	36
6.6 Planilha de cabos.....	37
Conclusão.....	38
Bibliografia.....	39
Anexo.....	40

Lista de Figuras

Figura 1 - Solda exotérmica com cabos de cobre nu.....	11
Figura 2 - Solda exotérmica na haste de aterramento.....	11
Figura 3 - Aterramento do leito de baixa tensão.....	12
Figura 4 - Aterramento da coluna metálica da casa de força.....	12
Figura 5 - Caixa de inspeção.....	12
Figura 6 - Encaminhamento de comando e baixa tensão.....	13
Figura 7 - Encaminhamento para cabo de média tensão.....	13
Figura 8 - Transformador utilizado para serviços auxiliares.....	15
Figura 9 - CCM das torres de resfriamento.....	15
Figura 10 - Caldrea Nova.....	16
Figura 11 - Exaustores das caldeiras.....	16
Figura 12 - Turbina-Redutor-Gerador.....	19
Figura 13 - SE São José Pinheiro.....	21
Figura 14 - TC da UTE SJP.....	22
Figura 15 - TP da UTE SJP.....	24
Figura 16 - Disjuntor da UTE SJP.....	25
Figura 17 - Chave seccionadora utilizada na SE SJP.....	27
Figura 18 - Pára-raio utilizado na SE SJP.....	29
Figura 19 - Transformador da SE SJP.....	31
Figura 20 - Cabo Afitox 1 kV - BT 0.6/1 kV.....	33
Figura 21 - Cabo EP-DRY 105 MT - 12/20 kV.....	34
Figura 22 - Cabos de Controle Ficom F - 500 V e 1 kV.....	35
Figura 23 - Cabos de Controle Ficom B-F - 500 V e 1 kV.....	35
Figura 24 - Muflas feitas nos cabos de média tensão no PNDMT-SE.....	36
Figura 25 - Projeto do encaminhamento de baixa tensão das caldeiras.....	40
Figura 26 - Projeto de Aterramento da Casa de Força.....	41
Figura 27 - Projeto do Arranjo Físico da SE SJP.....	42
Figura 28 - Diagrama unifilar da SE SJP.....	43
Figura 29 - Planilha de cabo de baixa tensão.....	44

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Condições de operação da turbina.....	18
Tabela 2 - Dados técnicos do redutor.....	19
Tabela 3 - Especificações técnicas dos TC's.....	23
Tabela 4 - Especificações técnicas dos TP's.....	24
Tabela 5 - Especificações técnicas dos disjuntores.....	26
Tabela 6 - Especificações técnicas da chave seccionadora com lâmina de terra.....	27
Tabela 7 - Especificações técnicas dos pára-raios.....	29

1. Introdução

Depois da liberação da comercialização da energia elétrica pelo ministro de minas e energia, vários grupos viram neste um mercado promissor. Desde então a idéia da geração distribuída vem sendo cada vez mais difundida no país. Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), geração eólica, estudo para viabilização dos biocombustíveis e a geração termoelétrica são as principais forças da geração alternativa no Brasil.

O Nordeste é uma das regiões do país em que a geração alternativa é mais difundida. O litoral cearense caminha para ser o maior centro de geração eólica do país com um total de 1,5 GW de potência até 2015. Na Paraíba, o sítio de geração de Mataraca tem uma potência instalada de 150 MW. Na Bahia, grupos investidores de todo país estão buscando áreas estratégicas (proximidade com o pólo petroquímico, centro de distribuição da Petrobrás, grandes centros consumidores) para instalar usina em geral termoelétricas.

Na cidade de Laranjeiras no estado de Sergipe, está sendo construída uma usina termoelétrica, com capacidade de geração de 10 MW composta por um gerador de 12,5 MVA, na qual foi realizado este estágio integrado pela BM Engenharia.

1.1 A Empresa

O estágio teve duração de 4 meses e meio, sendo enquadrado como estágio integrado. A empresa contratante foi a BM engenharia, fundada em novembro de 2007, pelos engenheiros eletricitas, Ivson Bandeira e José Muniz, atuando na área de geração de energia, realizando montagens de PCH, usinas hidroelétricas (UHE), usinas termoelétricas (UTE) e de painéis elétricos.

Para isto, a empresa investe na formação de mão de obra, com visando a qualidade, organização, e segurança de todos os colaboradores.

Missão: Fornecer serviços e produtos com qualidade, prezando pela ética profissional, agilidade na resolução dos problemas e satisfação dos clientes.

Visão: Ser em cinco anos uma das melhores opções de empresa de montagem industrial/painéis e representação comercial do estado de Pernambuco.

Áreas de atuação:

-Montagem industrial e de painéis elétricos em baixa, média e alta tensão;

-Representação de produtos elétrico-eletrônicos, nas áreas de medição, análise e proteção de redes elétricas, de média e baixa tensão.

1.2 Visão Geral da UTE São José Pinheiro

A Usina São José do Pinheiro é hoje a maior unidade produtora de açúcar e álcool do estado de Sergipe, processando cerca de 950.000 toneladas de cana. Com mais de 70 anos, se consolida como uma das mais importantes fontes geradoras de empregos da região.

A Usina São José Pinheiro se estabelece como produtor independente de energia elétrica, mediante a implantação e exploração da UTE São José Pinheiro, utilizando como combustível o bagaço de cana-de-açúcar, localizada na sede industrial da empresa.

A Usina São José Pinheiro – USJP se interliga à rede da ENERGISA na subestação de Riachuelo (RCH), a qual é suprida por duas linhas de transmissão de 69 kV a partir da subestação da CHESF em Itabaiana (ITB). Portanto, a área sob avaliação, relativa à rede elétrica da concessionária, abrange o sistema de proteção da subestação de Riachuelo e adjacências, cuja característica é predominantemente radial. Os dados utilizados e as configurações estudadas foram fornecidos pela ENERGISA e pela USJP.

Serão avaliados patamares de exportação previstos para a USJP operando em paralelo com a rede da ENERGISA por um *link* inicial conectado em 13,8 kV pelo transformador da SE Riachuelo e futuramente por um link em 69 kV através de um transformador diretamente conectado a USJP.

A UTE SJP está localizada na cidade de Laranjeiras-SE e tem por finalidade gerar energia para alimentar a cidade de Riachuelo-SE localizada a 10 km da usina.

A casa de força é composta pelos seguintes painéis:

- CCMBT das torres de resfriamento - 380 V;
- CCMBT de serviços auxiliares - 380 V;
- Cubículo de fechamento de neutro e aterramento do gerador - 13,8 kV;
- Cubículo de surtos do gerador - 13,8 kV;
- Cubículo de entrada de cabos - 13,8 kV;
- Cubículo de saída de cabos - 13,8 kV;
- PNDMT (Painel de média tensão) - Entrada da SE - 13,8 kV;
- PNDMT - Casa de força existente - 13,8 kV;
- PNDMT - Transformadores de serviços auxiliares - 13,8 kV;
- Painel de importação/exportação/ CLP - Comando;
- Painel de proteção/excitação/CLP - Comando;
- PNPC-SE (Painel de proteção da subestação) - Comando;
- QDLF-SE (Quadro de distribuição de luz e força)- 380 V;
- QDLF-CF - 380 V;
- Painel de acionamento da turbina - 380 V;

- Painel de serviços auxiliares da turbina - 380 V;
- QDCC-CF (Quadro de distribuição de corrente contínua da casa de força) - 125 Vcc;
- QDCC- SE - 125 Vcc;
- QDCA-SE – (Quadro de distribuição de corrente alternada subestação)380 V;
- QDCA-CF - 380 V;
- Carregador de baterias;
- Banco de baterias;
- Painel de correção de correção do fator de potência - 380 V.

A casa de força tem previsão de ampliação para mais 20 mm² e a instalação e mais um transformador de serviços auxiliares 13800/380 V

A Subestação é composta por três TP, três TC, três pára-raios, um disjuntor, uma chave seccionadora com lâmina de terra e um transformador elevador (13,8/69 kV).

1.3 Aspectos Gerais do trabalho

Neste trabalho, serão dadas informações gerais a respeito da composição e do funcionamento geral do projeto da UTE SJP passando desde o estudo dos projetos e montagem até o processo de conversão de energia térmica em energia elétrica.

Neste estágio foi dado início com o acompanhamento dos aterramentos na casa de força e subestação e de todos os equipamentos existentes, passando pela realização de todos os encaminhamentos na casa de força, subestação, caldeiras. Sendo finalizado com o acompanhamento da passagem dos cabos para os equipamentos.

O estagiário pôde dar opiniões de melhoramento nas montagens dos equipamentos, contribuindo para um melhor desempenho da obra.

2. Aterramento

Em toda instalação elétrica para que se possa garantir, de forma adequada, a segurança das pessoas e o seu funcionamento correto deve haver uma instalação de aterramento.

Na usina, todas as malhas de aterramento foram feitas com cabo de cobre nu de 70 mm² utilizando a solda exotérmica.

Os materiais utilizados para fazer as soldas foram os ignitores (fonte de tensão), cartuchos (pólvora) e molde (material onde fica a pólvora) para solda (ver Figuras 1 e 2).



Figura 1. Solda exotérmica com cabos de cobre nu.



Figura 2. Solda exotérmica na haste de aterramento.

2.1 Aterramento dos Equipamentos

Todos os equipamentos (leitões, motores, painéis, eletrodutos galvanizados, coluna metálica) são aterrados para garantir a segurança dos mesmos (Ver figura 3 e 4).

Para aterrar os leitões e eletrodutos galvanizados são usados cabos com bitola de 30 mm² utilizando spritboard (conector utilizado para fixar os cabos nos equipamentos que serão aterrados). Os aterramentos dos motores, painéis e coluna metálica foram feitos com cabos de bitola de 70 mm², sendo o aterramento feito na sua carcaça utilizando terminais de cobre a compressão.



Figura 3. Aterramento do leito de baixa tensão.



Figura 4. Aterramento da coluna metálica da casa de força.

2.2 Caixas de Inspeção

As caixas são feitas de tubo PVC (Figura 5) e protegem as hastes de aterramento. Sua função é proporcionar a medição da resistência de aterramento.

As medições de aterramento devem cobrir toda a área a ser abrangida pelo eletrodo de aterramento. O número de pontos onde deverão ser efetuadas estas medições é estabelecido em função da dimensão do terreno. Recomenda-se como cinco o número mínimo de pontos para uma área de até 10.000 m².



Figura 5. Caixa de inspeção.

3. Montagens dos Encaminhamentos

Todos os encaminhamentos dos cabos de baixa tensão, média tensão e cabos de comando foram feitos com leitos de variados comprimentos (Figuras 6 e 7). Já para os encaminhamentos de rede lógica foram utilizados eletrodutos galvanizados a fogo.

Na UTE SJP os suportes usados nos encaminhamentos são: perfilados perfurados galvanizado a fogo, varões totalmente rosqueado galvanizado a fogo.



Figura 6. Encaminhamento de comando e baixa tensão.



Figura 7. Encaminhamento para cabo de média tensão.

4. Equipamentos da UTE SJP

4.1 Gerador

O gerador é um dispositivo utilizado para a conversão da energia mecânica, química ou outra forma de energia em energia elétrica.

Tipos de geradores que convertem energia mecânica em elétrica:

- Gerador Síncrono
- Gerador de indução ou Gerador Assíncrono
- Gerador de Corrente contínua

A energia mecânica (muitas vezes proveniente de uma turbina hidráulica, à gás ou a vapor) é utilizada para fazer girar o rotor, o qual induz uma tensão nos terminais dos enrolamentos que ao serem conectados a cargas levam a circulação de correntes elétricas pelos enrolamentos e pela carga.

No caso de um gerador que fornece uma corrente contínua, um interruptor mecânico ou anel comutador alterna o sentido da corrente de forma que a mesma permaneça unidirecional independente do sentido da posição da força eletromotriz induzida pelo campo. Os grandes geradores das usinas geradoras de energia elétrica fornecem corrente alternada e utilizam turbinas hidráulicas e geradores síncronos.

4.1.1 Partes constituintes do Gerador Síncrono

Rotor (campo)

Parte girante da máquina, constituído de um material ferromagnético envolto em um enrolamento chamado de enrolamento de campo. Sua como função é produzir um campo magnético constante assim como no caso do gerador de corrente contínua, para interagir com o campo produzido pelo enrolamento do estator.

A tensão aplicada nesse enrolamento é contínua e a intensidade da corrente suportada por esse enrolamento é muito menor que o enrolamento do estator. Além disso, o rotor pode conter dois ou mais enrolamentos, sempre em número par e todos conectados em série, sendo que cada enrolamento será responsável pela produção de um dos pólos do eletroimã.

Estator (armadura)

Parte fixa da máquina, montada em volta do rotor de forma que o mesmo possa girar em seu interior, também constituído de um material ferromagnético envolto em um conjunto de enrolamentos distribuídos ao longo de sua circunferência. Os enrolamentos do estator são alimentados por um sistema de tensões alternadas trifásicas.

Pelo estator circula toda a energia elétrica gerada, sendo que tanto a tensão quanto a corrente elétrica que circulam são bastante elevadas em relação ao campo, que tem como função apenas produzir um campo magnético para excitar a máquina, de forma que seja possível a indução de tensões nos terminais dos enrolamentos do estator.

Para a geração de energia elétrica, a usina possui um gerador com 12,5 MVA (Ver figura 12), com fator de potência de 0,8 e tensão nominal de 13,8 kV e excitação por meio de ponte rotativa de diodos com retificador por coletor, sem escovas.

Na UTE SJP além do gerador, um transformador de serviços auxiliares, que é conectado ao gerador, é utilizado para alimentar as cargas do processo da usina, tais como: alimentação de painéis, determinados motores entre outras coisas.

4.2 Transformador de Serviços Auxiliares

Como já dito anteriormente, o gerador é conectado a um transformador de serviços auxiliares que alimentam a central de comando dos motores das torres de resfriamento (CCM das torres) e a central de comando de motores de serviços auxiliares (CCM de serviços auxiliares).

Tal transformador (ver figura 8) tem tensão no primário de 13,8 kV e 380 V no secundário com potência de 1500 VA. Esse transformador é a seco com ligação Delta - Y_{aterrado}.



Figura 8. Transformador utilizado para serviços auxiliares.

4.3 CCM das Torres de Resfriamento

O painel das torres de resfriamento (ver Figura 9) é responsável pela alimentação dos motores das torres. Entre esses motores, destacam-se as bombas de água (responsáveis por manter o ciclo de água entre as caldeiras e as torres) e as bombas dos ventiladores (responsáveis por retirar o ar quente das torres).



Figura 9. CCM das torres de resfriamento.

4.4 CCM de Serviços Auxiliares

Painel de baixa tensão responsável por várias cargas. Essas cargas são: QDLF-SE (responsável pela alimentação dos refletores e tomadas na subestação), QDLF-CF (responsável pela alimentação dos refletores e tomadas na casa de força), QDCA-SE (responsável pela alimentação das resistências de aquecimento e iluminação dos equipamentos da subestação), QDCA-CF (responsável pela alimentação das resistências de aquecimento e iluminação dos painéis da casa de força), carregador de baterias (responsável pela alimentação CC).

4.5 Caldeiras

Nas caldeiras em que são feitas as queimas do bagaço da cana-de-açúcar, onde a água em ebulição produz um vapor que é conduzido por tubulações até chegar à turbina.

A UTE SJP conta com duas caldeiras (ver figura 10 e 11), cada uma possui os seguintes motores: exaustores, bombas de água alimentação, bombas de água de limpeza, alimentadores de bagaço, sopradores de fuligem, ventilador espagador, válvulas rotativas e bombas de cinza.



Figura 10. Caldeira Nova.



Figura 11. Exaustores das caldeiras.

4.6 Torres de Resfriamento

Em muitos processos, há necessidade de remover carga térmica de um dado sistema e usa-se, na maioria dos casos, água como o fluido de resfriamento. Devido à sua crescente escassez e preocupação com o meio ambiente, além de motivos econômicos, a água "quente" que sai desses resfriadores deve ser reaproveitada. Para tanto, ela passa por outro equipamento que a resfria, em geral uma torre chamada torre de resfriamento evaporativo (*evaporative cooling tower*), e retorna ao circuito dos resfriadores de processo.

A água que sai dos resfriadores de processo é alimentada e distribuída no topo da torre de resfriamento, constituída de um enchimento interno para melhor espalhar a água. Ar ambiente é insuflado através do enchimento, em contracorrente ou corrente cruzada com a água que desce. Por meio desse contato líquido-gás, parte da água evapora e ocorre o seu resfriamento.

Na usina são usadas duas torres de resfriamento, sendo cada torre com um ventilador de potência de 50 CV e uma bomba de água de 180 CV.

4.7 Turbina

A primeira turbina a vapor foi construída em 1883 pelo engenheiro sueco Carl Gustav de Laval. Utiliza-se esta turbina, sobretudo para gerar eletricidade ao queimar carvão, pois com o auxílio do calor libertado na combustão do carvão, evapora-se água e o seu vapor impulsiona as turbinas.

A turbina a vapor é uma máquina exotérmica de circuito fechado na qual o vapor de água produzido numa caldeira é lançado a grande pressão e velocidade sobre umas rodas de pás ou aletas, fixas e móveis, onde se expande e finalmente se condensa antes de ser reintroduzido na caldeira.

Os escalões ou andares através dos quais se expande o vapor podem ser de ação, onde a pressão à entrada e à saída das pás é constante, ou de reação, onde a pressão à saída é inferior à da entrada. Normalmente, combinam-se um ou mais escalões de ação e diversos de reação.

Existem vários métodos de funcionamento de turbinas a vapor. Na turbina Curtis, a pressão do vapor que sai da caldeira transforma-se completamente em velocidade, isto devido a uma forma especial que as pás possuem, nas quais o vapor perde em cada uma das turbinas só uma parte da velocidade.

Na turbina de pressão constante ou turbina de ação, ao contrário da turbina Curtis, o vapor que sai da caldeira perde apenas uma parte da sua pressão e conseqüentemente a velocidade que atinge é menor.

A turbina a vapor apresenta um rendimento mais elevado do que as turbinas a gás, mas a relação peso/potência é muito desfavorável, pelo que só se aplicam a instalações fixas, geralmente como grupo gerador nas centrais térmicas e como grupo propulsor nos grandes navios. Caracteriza-se, além disso, por ter um excelente sincronismo e uma grande simplicidade de estrutura. A turbina é movimentada pelo vapor sob pressão, onde seu eixo é acoplado num redutor.

Na usina a turbina é de fabricação da TGM e seu eixo é acoplado ao redutor, acionando o mesmo (Ver figura 12).

Os dados técnicos da turbina são mostrados na figura 1.

Tabela 1. Condições de operação da turbina.

Máquina acionada		
Condições de operação	1ª Fase	2ª Fase
Pressão de vapor de entrada (Kgf/cm ² (g))	21	42
Temperatura de vapor de entrada (°C)	310	420
Vazão de vapor de entrada (kg/h)	25000	37000
Pressão de vapor na saída (kgf/cm ² (g))	-0,92	-0,84
Consumo específico (kg/kWh)	5,95	4,9
Rotação da turbina (RPM)	6500	6500
Rotação da máquina acionada (RPM)	1800	1800

4.8 Redutor

O redutor é acionado pela turbina a vapor (ver figura 12), e é equipado com sistema limitador de torque para proteger todo o conjunto mecânico contra sobrecargas. O acoplamento final do redutor com a máquina acionada é feito com disco de contração, flange com pinos.

A engrenagem do redutor turbo RTS 450 é do tipo Bi-helicoidal, resultando numa força axial nula nos Mancais de Deslizamento além de garantir um funcionamento silencioso.

A carcaça é de ferro fundido nodular GGG-40, com construção bi-partida na altura dos eixos, permitindo um acesso fácil a todos seus componentes. Possui tampa de inspeção superior, o que permite examinar o Redutor sem a remoção do equipamento que está instalado.

Os eixos são de aço-liga ou aço-carbono, tratados termicamente, e todos os assentos e pontas são retificadas.

Os mancais são de deslizamento, produzidos em aço carbono revestidos com metal patente, assegurando alta pressão específica admissível.

O redutor turbo possui unidade hidráulica, com bomba hidráulica acoplada no eixo do redutor, filtros, trocador de calor, termômetros, manômetros, pressostatos, além de uma moto-bomba auxiliar, responsável por garantir uma lubrificação eficiente durante a partida do Sistema e em caso de insuficiência da bomba acoplada.

Os dados técnicos do redutor são mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Dados técnicos do redutor.

Modelo:	RTS 450
Potência Nominal:	7500 kW
Fator de Serviço:	1,1
Rotação de entrada	6500 rpm
Rotação de Saída	1800 rpm
Relação de Transmissão	3,61 : 1
Peso Redutor	~3000 kg
Viscosidade do óleo lubrificante	ISO VG 68
Vazão de óleo requerida	296 l/min
Pressão de óleo na Entrada do Redutor	1,0 a 2,0 bar
Quantidade de Calor dissipado	133684 kcal/h
Temperatura de entrada do óleo	45°C



Figura 12. Turbina-Redutor-Gerador

4.9 Exaustor de Névoa

Trata-se de um equipamento compacto e versátil para instalação no corpo de máquinas operatrizes, destinado a exaustão e retenção da névoa de óleo proveniente da usinagem. A névoa é aspirada e retida, simultaneamente, por centrifugação e aglutinação, e depois, o óleo já em estado fluído, retorna ao processo. Dependendo do processo de usinagem a eficiência de filtragem pode atingir 85%.

A retenção da névoa de óleo reduz, sensivelmente os problema de saúde nos operadores, como problema de pele, alergias e outros. Reduz também os problemas de manutenção das máquinas, além de permitir fácil modificação de *lay-out*. O ventilador eliminador de névoa da UTE SJP apresenta-se com motor de 1,5 CV, 2 pólos e atende vazões de 810 m³/hora.

4.10 Sala de Controle

O cérebro da termoelétrica encontra-se na sala de controle. Todos os parâmetros de cada painel e o gerador são apresentados ao operador por meio dos painéis de controle da Máquina por meio de uma tela *touchscreen*. Todos os painéis são de fornecimento da WEG ou AREVA KOBBLITZ e além de permitirem a visualização dos dados do sistema, ainda é permitido o acionamento remoto de todos os motores do projeto bem como o próprio gerador.

Em caso de uma falha no gerador, um alarme sonoro-visual é acionado e apresenta na tela qual o problema. Neste momento o operador pode solucionar a falha por meio do próprio sistema. Caso não obtenha sucesso, a parada da máquina é requisitada.

5. Montagens da Subestação SE 69 kV

A subestação da usina termelétrica de São José Pinheiro (Ver figura 13) é uma estrutura necessária para a interligação a energia gerada na usina a rede básica de domínio do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Com uma potência de 12,5 MVA, a SE SJP (ver Figura 12) possui um bay (subestação onde é realizada a medição faturada) localizado na cidade de Riachuelo de propriedade da Energisa. A estrutura da SE SJP é do tipo barramento principal.

Como toda subestação elevadora, a SE SJP possui em seu pátio equipamentos de proteção e medição. Esses equipamentos são: transformadores de potencial (TP), transformadores de corrente (TC) e pára-raios. Sendo que nesse caso, os TP e TC só são usados para proteção, a medição se encontra na subestação de Riachuelo.

Todos esses equipamentos são de fabricação da AREVA KOBLITZ e serão apresentados a partir deste ponto com aspectos conceituais bem como características específicas dos mesmos.



Figura 13. SE São José Pinheiro.

5.1 Transformador de Corrente (TC)

Os transformadores de corrente são equipamentos que permitem aos instrumentos de medição, controle e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possuírem correntes nominais de acordo com a corrente de carga a qual estão ligados.

Os transformadores de corrente classificam-se em dois tipos: transformadores de corrente para serviço de medição e transformadores de corrente para serviço de proteção. Esses tipos de transformadores, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), se subdividem em duas classes: classe A, que apresenta alta impedância interna, e classe B, com baixa impedância interna.

Foram selecionados para a subestação: TC fabricados pela AREVA para os serviços de proteção (ver Figura 14), cujos dados encontram-se na Tabela 3.

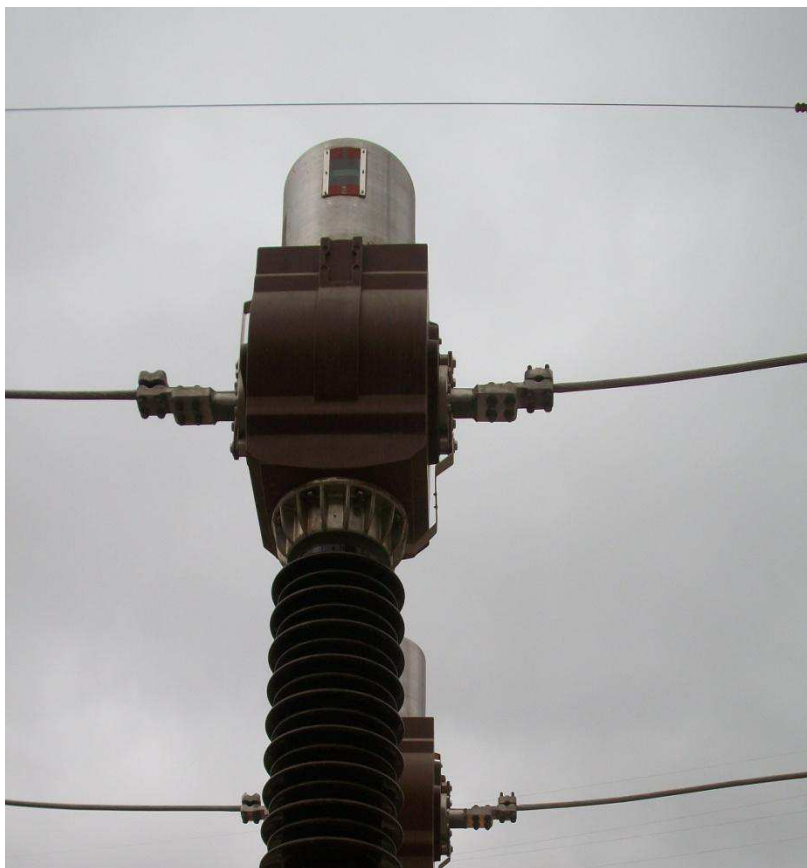


Figura 14. TC da UTE SJP.

Tabela 3. Especificações técnicas do TC.

Fabricante	Areva
Modelo	IEC-185
Tensão nominal do equipamento (tensão máxima operativa)	69 kV
Transformador de corrente – Especificação	NBR 6856
Tensão máxima	72,5 kV
Fator térmico nominal: Medição / Proteção	1,3
Valor de crista da corrente nominal de curta duração	62,5 kA
Corrente nominal de curta duração, 1 s (valor eficaz)	25 kA

5.2 Transformador de Potencial (TP)

Os transformadores de potencial são equipamentos que permitem os instrumentos de medição e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possuir tensão de isolamento de acordo com a da rede à qual estão ligados.

Quanto ao tipo, os transformadores de potencial podem ser:

- Transformadores indutivos (TPI).
- Transformadores capacitivos (TPC).
- Divisores capacitivos.
- Divisores resistivos.
- Divisores mistos (resistivos/capacitivos)

Os divisores capacitivos, resistivos e mistos normalmente, não são utilizados em sistemas de potência, sendo sua aplicação nos ensaios e pesquisas em laboratórios.

Para tensões compreendidas entre 600 V e 69 kV os transformadores indutivos são dominantes.

Para tensões acima de 69 kV até 138 kV, não existe preferência na utilização, sendo que em sistemas que utilizam PLC a utilização do capacitivo torna-se necessário.

Para tensões superiores a 138 kV os transformadores capacitivos são dominantes.

Foram selecionados para a subestação: TP fabricados pela AREVA para os serviços de proteção (ver Figura 15), cujos dados encontram-se na Tabela 4



Figura 15. TP da UTE SJP.

Tabela 4. Especificações técnicas dos TP.

Fabricante	AREVA
Tensão nominal primária	$69/\sqrt{3}$ kV
Norma de especificação	ANSI C57 13
Tensões nominais secundárias de cada enrolamento	$3 \times 115 - 115\sqrt{3}$ V
Tensão de impulso atmosférico, onda plena de 1,2/50 μ s	350 kV
Tensão suportável a 60 Hz, durante 1 min, a seco (valor eficaz)	140 kV
Potência nominal	1.000 VA

5.3. Disjuntor

Os disjuntores são equipamentos destinados à interrupção e ao restabelecimento das correntes elétricas num determinado ponto do circuito. A função principal de um disjuntor é interromper as correntes de defeito de um determinado circuito em um menor intervalo de tempo possível.

Os disjuntores sempre devem ser instalados acompanhados da aplicação dos relés respectivos, que são os elementos responsáveis pela detecção das correntes elétricas do circuito que, após analisadas por sensores previamente ajustados, podem enviar ou não a ordem de comando para a sua abertura.

Quanto ao sistema de interrupção do arco, os disjuntores são classificados em função do meio extintor utilizado nas câmeras de extinção de arco. Os disjuntores utilizados em sistemas de alta tensão são disjuntores a óleo, a vácuo, ar comprimido e hexafluoreto de enxofre (SF_6).

Foram selecionados para a subestação: um disjuntor fabricado pela AREVA para os serviços de proteção (ver Figura 16), cujos dados encontram-se na Tabela 5.



Figura 16. Disjuntor da UTE SJP.

Tabela 5. Especificações técnicas dos disjuntores.

Fabricante		AREVA
Meio de extinção		SF ₆
Tensão nominal do equipamento (tensão máxima operativa) (kV)		69 kV
Norma de especificação		NBR 7118
Corrente nominal (A)		1250 A
Capacidade de interrupção nominal de curto-circuito:	Simétrica	25 kA
	Assimétrica	62,5 kA
Duração nominal da corrente de curto-circuito		3 s

5.4. Chave Seccionadora

As chaves 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 a realização de manutenção dos mesmos.

As chaves podem ser classificadas de acordo com as funções desempenhadas, são classificadas em:

a) Seccionadores

Os seccionadores têm a função de contornar (*by-pass*) equipamentos, como disjuntores e capacitores série, para execução de manutenção ou por necessidade operativa. Também têm a função de manobrar circuitos, ou seja, transferir circuitos entre barramentos de uma subestação.

b) Chaves de terra

Esse tipo tem a função de aterrar componentes do sistema em manutenção, linhas de transmissão, barramentos ou bancos de capacitores em derivação.

c) Chaves de operação em carga

Esse tipo de chave tem a função de abrir e/ou fechar determinados circuitos em carga, como também manobrar bancos de reatores e capacitores.

d) Chaves de aterramento rápido

Esse tipo tem a função de aterrar determinados componentes energizados, normalmente com o objetivo de provocar uma falta intencional na rede, de forma a sensibilizar esquemas de proteção.

No arranjo elétrico da SE SJP está disposta chave do tipo seccionadora de abertura vertical com lâmina de terra.

Foram projetados para a subestação: um modelo fabricado pela AREVA para os serviços de proteção (ver Figura 17), cujos dados encontram-se na Tabela 6

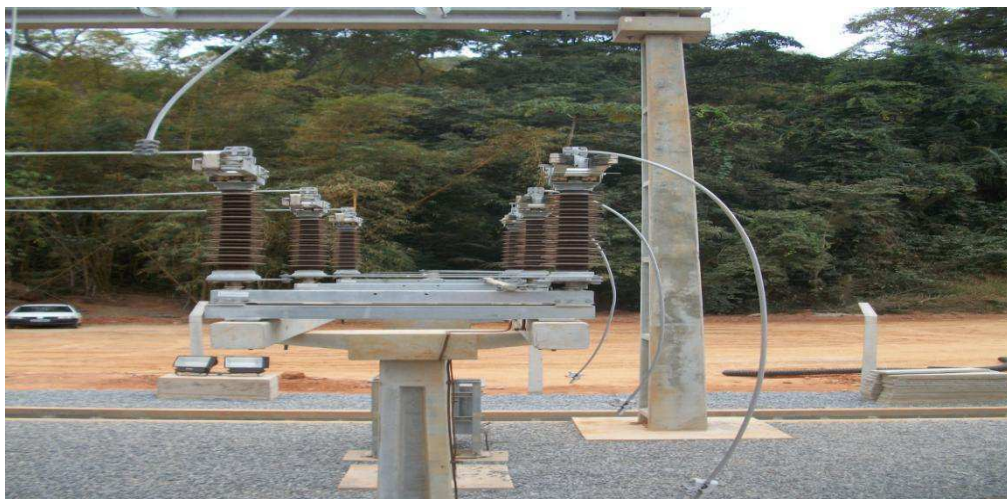


Figura 17. Chave seccionadora utilizada na SE SJP.

Tabela 6. Dados técnicos da seccionadora com lâmina de terra.

Fabricante	AREVA	
Modelo	EVL c/ LT	
Tensão nominal do equipamento (tensão máxima operativa) (kV)	69 kV	
Norma de especificação	IEC 129	
Corrente nominal	1250 A	
Corrente suportável nominal de curta duração.	1 s	25 kA
	10 ciclos	62,5 kA
Distância entre fases	2,5 a 3 m	

5.5. Pára-Raios

Os pará-raios da subestação são do tipo óxido de zinco (ZnO). O pará-raios é um equipamento de proteção que se destina ao isolamento de uma instalação ou de um dos componentes da mesma, contra cargas inadequadas provocadas por sobretensões.

A estabilidade mecânica do pára-raios é alcançada por barras de plástico reforçadas com fibra de vidro as quais pressionam e fecham o dispositivo de resistência. O encapsulamento de silicone mantém baixas as descargas elétricas na superfície do encapsulamento devido às suas propriedades hidrófobas, garantindo assim propriedades operacionais especialmente favoráveis também sob condições de sujeira.

As flanges são fabricadas de uma liga de metal leve resistente ao ar livre, e estão diretamente ligadas com o encapsulamento de silicone. No caso de uma sobrecarga dos resistores não é formada uma sobretensão pelo arco voltaico em formação, porque os resistores não estão revestidos por uma cobertura mecânica rígida.

O arco voltaico é imediatamente expelido pelo encapsulamento de silicone, sem que para isso se verifique uma ruptura imediata da estrutura mecânica de suporte.

Resistores de óxido metálico são não lineares, isto é, eles possuem uma característica corrente-tensão fortemente curvada, de modo que na tensão contínua aplicada em caso normal, circula somente a corrente de fuga de poucos mA.

No caso de sobretensões atmosféricas ou de manobras, os resistores tornam-se condutores (faixa de Ohm), de modo que uma corrente de surto possa circular para a terra e a sobretensão seja diminuída ao valor da queda de tensão no derivador (“tensão residual”). As correntes de surto apresentam até 2 kA com sobretensões de manobra, e 1 kA, 10 kA e 20 kA com sobretensões atmosféricas.

Foram escolhidos para a subestação pára-raios fabricados pela AREVA para os serviços de proteção (ver Figura 18), cujos dados encontram-se na Tabela 7.



Figura 18. Pára-Raio utilizado na SE SJP.

Tabela 7. Dados técnicos dos pára-raios.

Fabricante	AREVA
Tensão máxima operativa entre fases U_r	72 kV
Tensão de operação contínua U_c	$69/\sqrt{3}$ kV
Norma de especificação	IEC-99.1
Tensão operativa contínua máxima MCOV	48 kV
Corrente de curta duração ($4 \times 10 \mu s$)	100 kA
Corrente de longa duração (2000 μs)	250 A
Capacidade de Absorção de Energia mínima (kJ/kV)	4,5

5.6. Transformador Trifásico

O transformador é um equipamento de operação estática que por meio de indução eletromagnética transfere energia de um circuito, chamado primário, para um ou mais circuitos denominados, respectivamente, secundário e terciário, sendo mantida a mesma frequência.

Para adequar a relação de tensão às condições do sistema, o transformador regulador está provido de um enrolamento especial com derivações.

A relação de tensão pode ser alterada através de um comutador em vazio estando o transformador desenergizado, ou por um comutador de derivações em carga com o transformador energizado.

Acionamentos motorizados são usados para operar os comutadores, possibilitando comando local ou à distância, inclusive com controle automático de tensão.

A eficiência da refrigeração é um fator fundamental que determina a segurança operacional e o tempo de vida de um transformador. O sistema utilizado com maior frequência em unidades menores é a refrigeração natural (ONAN). O calor é absorvido pelo óleo e dissipado no ar através de radiadores.

No sistema ONAN/ONAF (OA/FA ou OA/FA/FA) os radiadores são adicionalmente refrigerados por meio de ventiladores. O sistema de refrigeração pode também consistir de bancos de radiadores separados ou com trocador óleo/água (OFWF ou FOW). A refrigeração pode ainda ser incrementada por meio do fluxo direcionado do óleo (ODAF ou ODWF).

Na SE SJP o transformador elevador (13,8/69 kV) tem potência de 12,5 MVA (Ver figura 19).

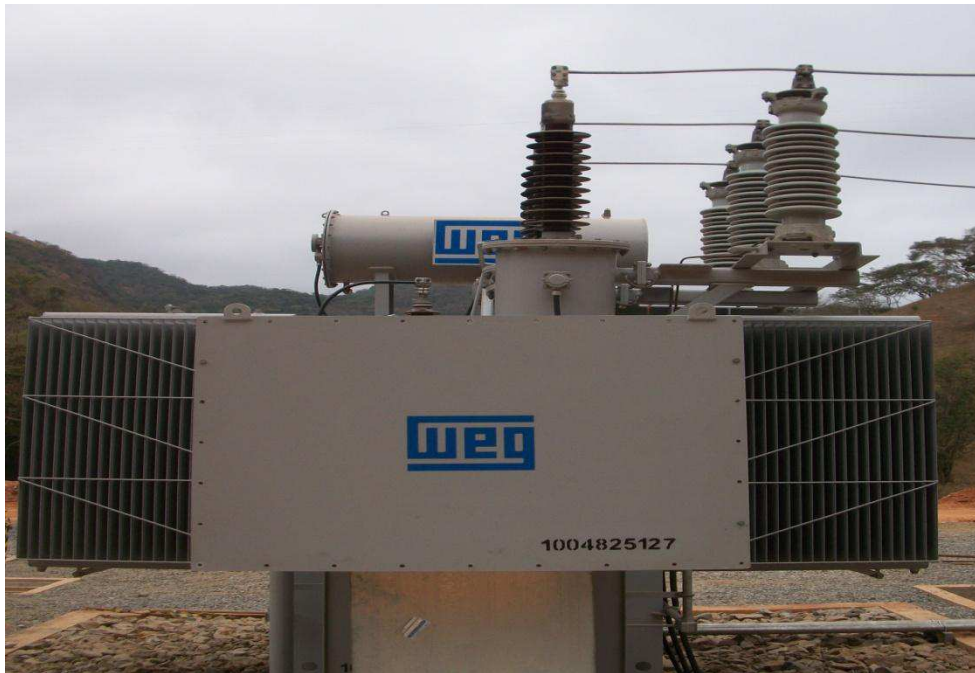


Figura 19. Transformador da SE SJP.

Levando em consideração a baixa tensão gerada e o nível de potência, fez-se necessária a instalação de um resistor de aterramento no neutro do transformador da subestação para limitar a corrente de falta a um valor seguro.

A subestação de São José Pinheiro está localizada na cidade de Laranjeiras-SE e tem por finalidade permitir a conexão da usina de São José Pinheiro com a Subestação de Riachuelo.

Para energização de uma subestação vários procedimentos devem ser seguidos, principalmente quando as cargas alimentadas pela mesma são importantes, como é o caso da SE SJP que alimenta a cidade de Riachuelo-SE.

Na figura 19 mostra o diagrama unifilar da subestação que começa do transformador elevador, passa pelos pára-raios na saída do transformador, depois o disjuntor, TP's, TC's, chave seccionadora e os pára-raios na saída para a transmissão.

6. Cabos

Podem ser constituídos de alumínio, cobre, aço ou ligas. Para linhas de extra-alta tensão, os cabos CAAA (alumínio com alma de aço), e variantes, são economicamente viáveis. Em linhas aéreas, estes cabos são instalados nus, de forma a maximizar a ampacidade (determinada pelo equilíbrio térmico).

Na UTE SJP foram usados cabos de cobre múltiplo e singelo de isolamento 0.6/1 kV, sendo todos de fabricação FICAP.

6.1 Cabos Afitox 1 kV - BT 0.6/1 kV

Os cabos AFITOX 0,6/1 kV (Ver figura 20), por apresentarem características de retardante ao fogo associado à baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, são indicados para instalações em locais com alta densidade de ocupação de pessoas e condições de fuga difíceis tais como: shopping centers; hospitais; cinemas; teatros; hotéis; torres comerciais e/ou residenciais; metrô, centro de convenções, bem como em áreas de eletrônica e de computação, conforme recomendação da NBR 5410.

Na UTE SJP esse tipo de cabo foi usado para alimentar das resistências de aquecimento nos painéis, iluminação e tomada nos painéis, alimentação CC dos relés, alimentação CC dos motores, transformador para os painéis, de painéis para os motores e etc.

Construção

1. **Condutor:** flexível de cobre, têmpera mole.
2. **Isolação:** composto termofixo não halogenado (90°C);
3. Nos cabos multipolares, quando necessário é aplicado um enchimento poliolefínico não halogenado;
4. Fita de poliéster;
5. Cobertura em composto termoplástico não halogenado na cor preta.

Cores:

- **Cobertura:** Unipolar - preto, azul claro e verde;
- **Multipolar** - preto.

Isolação dos cabos multipolares:

- **Bipolar:** preto e azul claro;
- **Tripolar:** branco, preto e azul claro;
- **Tetrapolar:** branco, preto, vermelho e azul claro.

Regime de operação

Os cabos podem operar com a temperatura máxima no condutor, nas seguintes condições, conforme NBR 13248:

- **Regime permanente:** 90°C
- **Regime de sobrecarga:** 130°C
- **Regime de curto-circuito:** 250°C



Figura 20. Cabo Afifox 1 kV - BT 0.6/1 kV.

6.2 Cabos EP-DRY 105 MT - 12/20 kV

Os cabos EP-DRY (Ver figura 21) são particularmente recomendados para sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica de concessionárias, complexos industriais, interligação geração - transformação, onde principalmente seja necessário o transporte de grandes quantidades de potência ou da otimização da seção do condutor / dimensões finais do cabo ou mesmo da taxa de ocupação de outros existentes. Podem também ser instalados em locais secos ou com imersão parcial ou total em água (código AD-7 conforme NBR14039).

Na UTE SJP esse tipo de cabo foi utilizado para alimentação dos painéis de média tensão e alimentação dos transformadores.

Características construtivas

- 1) **Condutor de cobre**, encordoamento classe 2, compactado, nas seções de 10 a 500 mm², conforme norma NBR NM 280.
- 2) **Blindagem do condutor:** camada de material condutor não-metálico (semicondutor) termofixo, para uniformizar a distribuição de campo elétrico no condutor.
- 3) **Isolação:** camada de composto de borracha Etilenopropileno (EPR) elastômero termofixo, para temperatura de operação em regime permanente de 105°C, com propriedades físicas prescritas pela NBR 6251.
- 4) **Blindagem da isolação:** camada de material condutor não-metálico em íntimo contato com a isolação tornando o campo elétrico radial e uniforme. Constituída por material de fácil remoção à temperatura ambiente.

Os cabos EP-DRY 105 são produzidos pelo processo de tríplex estrusão, ou seja, a conextrusão em três camadas: blindagem do condutor, isolação e blindagem da isolação em

cabeça única para a eliminação total de contaminantes e a obtenção de interface perfeita entre as três camadas.

O processo de vulcanização do composto de Etilenopropileno da isolação e das blindagens semicondutoras se dá em atmosfera inerte de nitrogênio (vulcanização a seco) que confere baixíssimo percentual de umidade e ótima homogeneidade dos compostos.

5) Blindagem metálica: constituída por fios de cobre, aplicados helicoidalmente sobre a blindagem da isolação, com seção mínima de 6 mm² conforme NBR 6251.

6) Cobertura: camada de policloreto de vinila (PVC-ST2), na cor preta que, além de manter elevada resistência a agentes químicos, possui características de não propagar a chama, com propriedades físicas conforme NBR 6251.

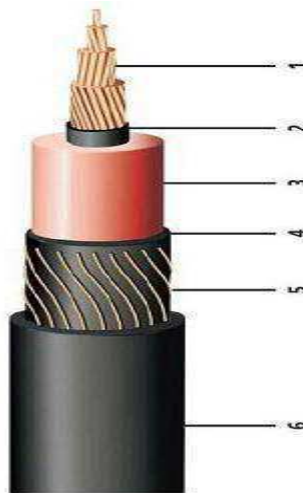


Figura 21. Cabo EP-DRY 105 MT - 12/20 kV.

6.3 Cabos de Controle Ficom F – 500 V e 1 kV

Os cabos FICOM-F (Ver figura 22) são recomendados para instalação em circuitos de controle e proteção, onde se desejam baixos custos de instalação. Os cabos FICOM-F podem ser instalados conforme NBR 5410 ao ar livre, em bandejas, em canaletas, diretamente enterrados ao solo, em eletrodutos ou em dutos subterrâneos.

Na UTE SJP esses cabos foram usados para comandar o sensor de vibração dos ventiladores das torres de resfriamento, ligar e desligar esses ventiladores e etc.

Construção

- 1. Condutor:** de cobre nu, flexível, têmpera mole, encordoamento classe 5.
- 2. Isolação:** PVF (70°C) Policloreto de Vinila, com identificação numérica. Sobre os condutores reunidos, quando necessário, poderá ser aplicado um separador de material não aderente à isolação.
- 3. Cobertura:** Policloreto de Vinila (PVC-ST1) na cor preta.



Figura 22. Cabos de Controle Ficom F – 500 V e 1 kV.

6.4 Cabos de Controle Ficom B-F – 500 V e 1 kV

Utilizado em circuitos de comando, controle, proteção, medição e sinalização, que exijam blindagem contra interferências eletromagnéticas (Ver figura 23).

Na UTE SJP esses cabos foram utilizados para a temperatura da carcaça na turbina, temperatura de saída das caldeiras e etc.

Construção

1. **Condutor:** cobre nu, flexível, têmpera mole, encordoamento classe 5.
2. **Isolação:** (70°C) Policloreto de Vinila, com identificação numérica. Sobre os condutores reunidos, quando necessário, poderá ser aplicado um separador e material não aderente a isolação.
3. **Capa interna:** Policloreto de Vinila (PVC).
4. **Blindagem:** Fita de cobre, aplicada helicoidalmente.
5. **Cobertura:** Policloreto de Vinila (PVC), na cor preta.



Figura 23. Cabos de Controle Ficom B-F – 500 V e 1 kV.

6.5. Muflas

Mufla elétrica é uma terminação nos cabos de alta tensão, aplicada onde existe uma transição do tipo de isolamento. A rigor, deve existir uma mufla em cada ponto de mudança de tipo de isolamento, mas na maioria das vezes a mufla está em uma transição de isolamento sólido (ou líquido) para ar.

O objetivo da mufla é fazer uma mudança suave nos campos elétricos nestas transições, já que a simples interrupção do isolamento cria um estresse (linhas de campo muito densas) que danificam o isolamento naquela região (devido à mudança brusca de permeabilidade elétrica, que é muito diferente do isolante sólido para o ar).

Adicionalmente, as muflas são projetadas para fazer também a impermeabilização no ponto de término do isolamento, para evitar a entrada de umidade, que também pode danificar o cabo naquele ponto.

Também chama-se mufla ao tipo de isolação aplicado em conexões de alta tensão em transformadores. Elas têm uma cobertura metalizada e um revestimento isolante que reduzem o risco de ruptura do dielétrico principalmente em conexões subterrâneas.

Na UTE SJP as muflas foram usadas nos cabos de média tensão interligados tanto nos painéis como nos transformadores (Ver figura 24).



Figura 24. Muflas feitas nos cabos de média tensão no PNDMT-SE.

6.6 Planilhas de Cabos

É composta pelo TAG (uma identidade do cabo), a sua origem, destino, bitola, isolação e o lance de projeto. Através das planilhas de cabos é possível saber qual o tipo de cabo que vai das cargas para os painéis.

A UTE SJP possui quatro tipos de planilha de cabos, são elas: para cabo de média tensão, para cabo de baixa tensão, para cabo de comando/instrumentação e para cabo de rede lógica.

Conclusão

A realização de estágio integrado na UTE SJP foi uma etapa de fundamental importância para a formação profissional. Nele pôde-se aprimorar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de formação, como também conviver com profissionais de vasta experiência no mercado, e ter contato com ferramentas e equipamentos de alta tecnologia.

O acompanhamento do processo de montagem em todas as partes do projeto da Usina São José Pinheiro veio acrescentar um nível de conhecimento pouco apresentado ao aluno de engenharia elétrica, o conhecimento prático. Durante o estágio foi necessário à integralização dos conhecimentos adquiridos na vida acadêmica com a vida profissional, principalmente nas disciplinas de máquinas elétricas, sistemas elétricos de potência, equipamentos elétricos e instalações elétricas

Durante o estágio foi possível adquirir conhecimentos de montagens dos equipamentos da subestação, a fabricação de mulfas, a necessidade de se fazer o trofólio em cabos de baixa e média tensão para anular os campos magnéticos, conseqüentemente não interferir em outros cabos.

Bibliografia

ARAÚJO, C. A. S., CÂNDIDO, J. R. R., CAMARA, F. S., PEREIRA, M. D. *Proteção de Sistemas Elétricos*, 2º edição, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2005.

CREDER, H. *Instalações Elétricas*, 15º edição, Editora LTC (GEN), São Paulo, 2005.

D'AJUZ, A., RESENDE, F. M., CARVALHO, F. M. S., NUNES, I. G., AMON FILHO, J., DIAS, L. E. N., PEREIRA, M. P., KASTRUP FILHO, O. E. MORAIS, S. A. *Equipamentos Elétricos; Especificação e Aplicação em Subestações de Alta Tensão*. Rio de Janeiro, FURNAS 1985.

MAMEDE FILHO, J. *Manual de Equipamentos Elétricos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1993.

SANTANA, R. V. S. *MPCC – Medição, Proteção, Comando e Controle de Subestações Elétricas*, Escola Politécnica de Pernambuco, 2007.

Anexo

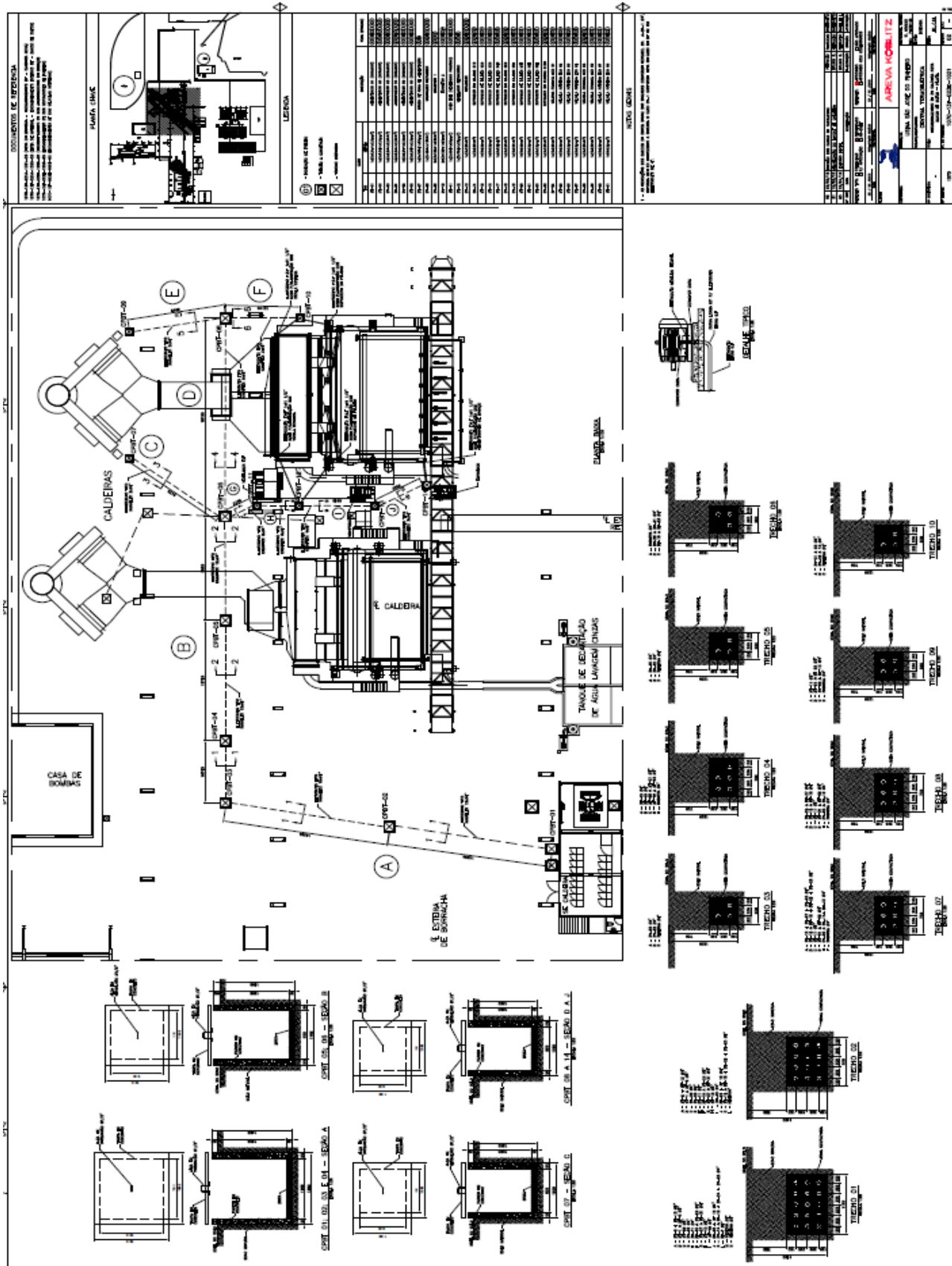


Figura 25. Projeto do Encaminhamento de baixa tensão das Caldeiras.

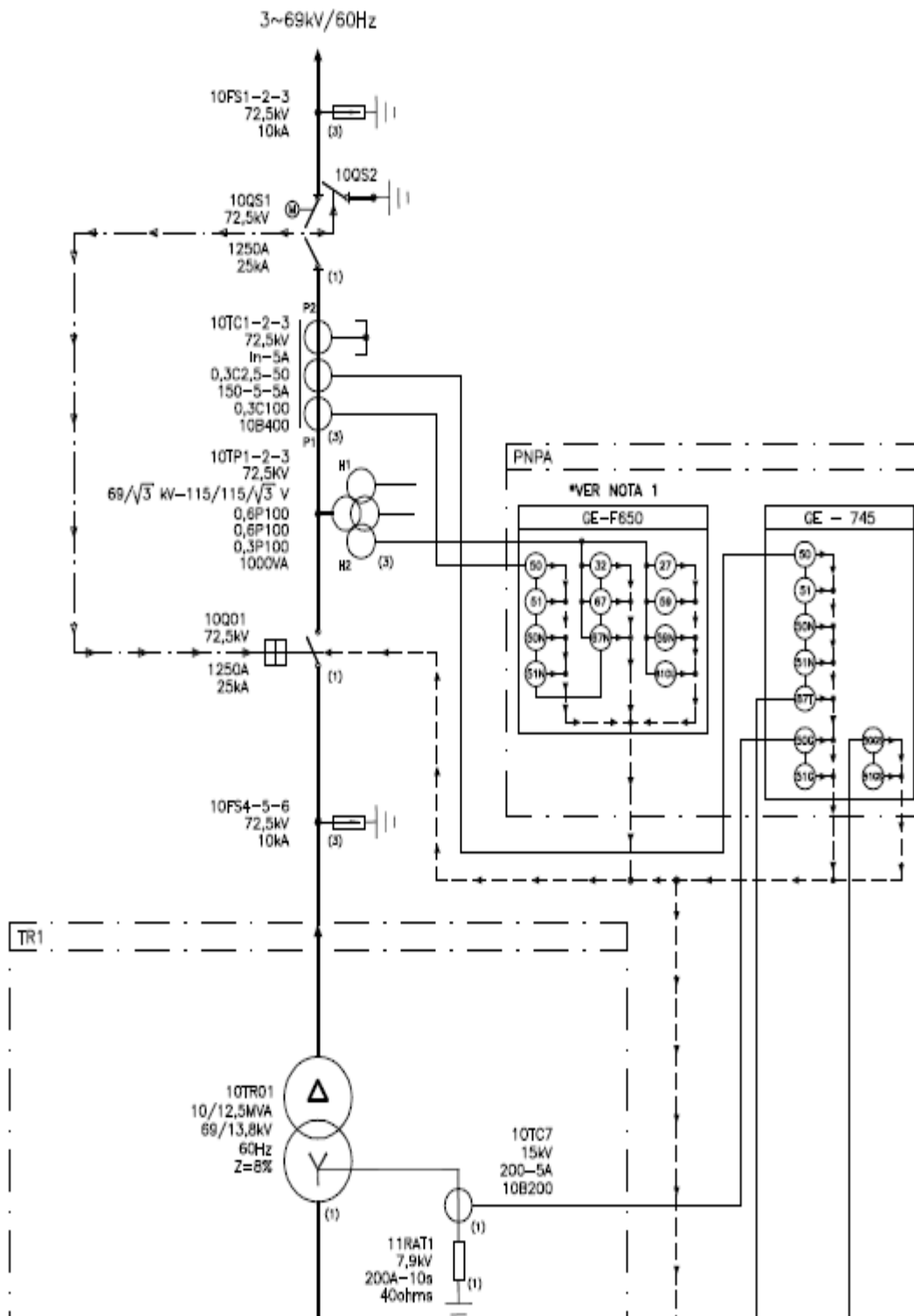


Figura 28. Diagrama unifilar da SE SJP

Nº CLIENTE	Nº CONTRATADA	Nº AREVA KOBLITZ 1070-13F-021F-0201-02	REV. 02
APLICAÇÃO Caldeira (Nova) / Torres de Resfriamento/QDCA-CF / QDCC-CF / CCBMT-AS/ PNSA -SE / Caldeira existente / Cargas diversas			OP FOLHA 02/02

LISTA DE CABOS DE BAIXA TENSÃO

TAG	ORIGEM	DESTINO	SEÇÃO NOMINAL (mm ²)	ISOLAÇÃO	LANÇE (m)		OBSERVAÇÃO
					PROJETO	REAL	
BT-85	QDCC - SE	SERVIÇO AUXILIAR DO DISJUNTOR 10001	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	40		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-86	QDCC - SE	100S1 - MOTORIZAÇÃO DA CHAVE SECCIONADORA	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	36		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-87	QDCC - SE	PNPC-SE1 (PAINEL DE PROTEÇÃO E CONTROLE DA SE)	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	42		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-88	QDCA - SE	PNPC-SE1 (PAINEL DE PROTEÇÃO E CONTROLE DA SE)	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	40		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-89	QDCA - SE	SERVIÇO AUXILIAR DO DISJUNTOR 10001	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	36		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-90	QDCA - SE	100S1 - MOTORIZAÇÃO DA CHAVE SECCIONADORA	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	42		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-91	QDCA - SE	CIRCUITO DE FORÇA DA VENTILAÇÃO FORÇADA DO TRAFÓ DA SE	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	33		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-92	QDCA - SE	CIRCUITO DE COMANDO E SINALIZAÇÃO DE VENTILAÇÃO FORÇADA DO TRAFÓ DA SE	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	33		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-93	QDCA - SE	CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO, AQUECIMENTO E TOMADAS DO TRAFÓ DA SE	1x(3x2,5mm ²)	0,6/1kV	33		FORNECIDOS PELA AKB (SCD 181753)
BT-94	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	VENTILADOR DO ESPAGADOR 30CV	1x(4x16mm ²)	0,6/1kV	90		ITEM 11 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-95	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	VENTILADOR OVER FIRE (SEC.) 150CV	3x(1x150mm ²)+(1x95mm ²)	0,6/1kV	90		ITEM 03 E BOBINA 1 DO ITEM 06 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-96	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	VENTILADOR FDF (PRIMARIO) 100CV	3x(1x70mm ²)+(1x35mm ²)	0,6/1kV	90		ITEM 06 E 08 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-97	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	EXAUSTOR 1 - 250CV	1x(3x240 + 1x120mm ²)	0,6/1kV	80		ITEM 01 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-98	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	EXAUSTOR 2 - 250 CV	1x(3x240 + 1x120mm ²)	0,6/1kV	85		ITEM 01 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-99	CCMBT CALDEIRA 04(EXISTENTE)	BOMBA DE ÁGUA ALIMENTAÇÃO 2 - 200CV	3x(1x240mm ²) + (1x120mm ²)	0,6/1kV	80		ITEM 02 E 04 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-100	CCMBT CARGAS DIVERSAS	BOMBA DE ÁGUA LIMPEZA - 50CV	3x(1x35mm ²)+(1x16mm ²)	0,6/1kV	80		BOBINA 1 ITEM 8 E 10 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-101	CCMBT CARGAS DIVERSAS	BOMBA DE CINZA 1 - 25CV	1x(4x16mm ²)	0,6/1kV	150		ITEM 11 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-102	CCMBT CARGAS DIVERSAS	BOMBA DE CINZA 2 - 50CV	3x(1x35mm ²)+(1x16mm ²)	0,6/1kV	150		BOBINA 2 DO ITEM 8 E 10 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-103	CCMBT CARGAS DIVERSAS	COMPRESSOR 1 - 60CV	3x(1x50mm ²)+(1x25mm ²)	0,6/1kV	110		BOBINA 1 DO ITEM 7 E 9 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL
BT-104	CCMBT CARGAS DIVERSAS	COMPRESSOR 2 - 60CV	3x(1x50mm ²)+(1x25mm ²)	0,6/1kV	110		BOBINA 1 DO ITEM 7 E 9 DO DOC. 1070-13F-021A-1002-00 - LISTA DE MATERIAL

AREVA KOBLITZ
F05E008Rev. 00
6

13/12/08

Figura 29. Planilha de cabo de baixa tensão