



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio

Diogo Marcel Silva Lopes

Campina Grande - PB
Setembro de 2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Relatório de Estágio Integrado

Relatório apresentado à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em _____ de _____ de 2008.

Banca Examinadora

Edmar Candeia Gurjão
Orientador

Damásio Fernandes Júnior
Examinador

Sumário

Lista de Figuras.....	4
Lista de tabelas.....	5
1 Introdução	6
1.1 Histórico da Coteminas.....	6
1.2 Sistema Elétrico Atual	8
2 Descrição da Conexão da Unidade Fabril à Rede Básica.....	10
2.1 Introdução.....	10
2.2 Projeto da Nova Subestação.....	10
3 Atividades desenvolvidas.....	14
3.1 Introdução	14
3.2 Etapas Acompanhadas	14
3.2.1 Escavações e Terraplenagem	14
3.2.2 Sistema de drenagem e fundações	16
3.3 Medições da resistividade do solo e Malha de Aterramento.....	16
3.3.1 Descrição do Equipamento Utilizado	17
3.3.2 Medição de resistividade Específica do Solo	18
3.4 Outras Atividades	20
4 Considerações Finais	22
Referências Bibliográficas.....	23

Lista de Figuras

Figura 1: Vista aérea da Coteminas-CG. À esquerda a EMBRATEX e à direita a WENTEX.....	8
Figura 2: Detalhe da torre T124-4.....	10
Figura 3: Planta baixa da Unidade Coteminas Campina Grande.....	11
Figura 4: Esquemático Simplificado.....	12
Figura 5: Diagrama Unifilar Simplificado.....	13
Figura 6: Terreno limpo para início das escavações.....	15
Figura 7: Terreno após a retirada de material orgânico.....	15
Figura 8: Etapa de depósito e compactação de material.....	15
Figura 9: Terraplina finalizada.....	16
Figura 10: Aparelho para medição da resistividade do solo.....	17
Figura 11: Conexão típica entre o aparelho e as hastes.....	18
Figura 12: Pontos de medição para resistividade do solo.....	20

Lista de tabelas

Tabela 1: Descrição dos equipamentos.....	13
Tabela 2: Tabela de referência para uso do equipamento.....	18

1 Introdução

Esse relatório tem como objetivo descrever as atividades de estágio desenvolvidas na empresa Coteminas, unidade Campina Grande - PB no período de 17 de Abril de 2008 a 20 de setembro de 2008.

Será apresentado um breve histórico da empresa, a descrição do processo produtivo da fabricação de fios e tecidos, e de todo seu o setor elétrico.

Também será feita a descrição da implantação da nova subestação, que se encontra em fase de construção, e que concentrou a maior parte das atividades durante o período de estágio. Esse empreendimento significará uma ampliação da disponibilidade de energia elétrica para o atual complexo industrial da Coteminas em Campina Grande, e será implantada em uma área de 20.000 metros quadrados, seccionando a linha de transmissão de 230 kV da Chesf denominada Pau Ferro – Campina Grande II, tendo uma capacidade de 42.000 kVA.

1.1 Histórico da Coteminas

Talvez poucos saibam que o processo de industrialização no Brasil teve seu início com a indústria têxtil. Suas raízes precedem a chegada e a ocupação do País pelos portugueses porquanto os índios que aqui habitavam já exerciam atividades artesanais, utilizando-se de técnicas primitivas de entrelaçamento manual de fibras vegetais e produzindo telas grosseiras para várias finalidades, inclusive para proteção corporal.

A segunda metade dos anos 50 marca o início da fase industrial brasileira em processo acelerado, com ênfase para os setores mais dinâmicos e não-tradicionais. Nessa fase, o setor têxtil, por influência sistêmica do desenvolvimento industrial da época, também começou a passar por grandes transformações. É assim que, a partir de 1970, incentivos fiscais e financeiros administrados pelo CDI - Conselho de Desenvolvimento Industrial, órgão do Ministério da Indústria e Comércio, possibilitou um movimento de fortes investimentos em modernização e ampliação da indústria têxtil, com vista, principalmente, ao aumento das exportações brasileiras de produtos têxteis

A história da Coteminas se inicia no ano de 1940, em uma pequena loja no município de Mirai, onde um garoto de 8 anos de idade fabricava cadarços. Seu nome: José Alencar Gomes da Silva. Um pouco mais velho, aos 18, emancipou-se de seu pai e abriu uma pequena loja de tecidos em Caratinga no Estado de Minas Gerais.

Em 1967, José Alencar visitou, na cidade de Montes Claros, seu amigo Luiz de Paula Ferreira. Através dele, José Alencar fez seu primeiro contato com a SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento no Nordeste). As relações estabelecidas foram tão boas que surgiu um convite para a implantação de uma filial, aproveitando as vantagens de incentivos de impostos por parte da SUDENE. Entretanto, naquele tempo, José Alencar já pensava na instalação de uma planta de fiação e tecimento. Os anos de 1967 e 1968 foram dedicados a pesquisas e visitas de fábricas, dentro e fora do Brasil. Em 1969, surgiu o projeto, já aprovado pela SUDENE, de uma das mais modernas plantas de fiação e tecimento de todo o mundo: a COTEMINAS.

Hoje, o grupo COTEMINAS é uma das maiores empresas têxteis da América Latina, detentora de um dos maiores parques de fiação do mundo, instalados num mesmo local.

Atualmente, o grupo é composto por 11 unidades fabris instaladas nas cidades de Montes Claros, São Gonçalo do Amarante, Macaíba, Campina Grande, João Pessoa, Blumenau e Buenos Aires. Ainda possui um escritório central, localizado em São Paulo. Nessas unidades são produzidos fios, tecidos, malhas, camisetas, meias, toalhas, roupões e lençóis, suprindo o mercado interno e externo.

Em Campina Grande, o grupo Coteminas instalou-se em 1995. Dois anos depois, iniciou-se a produção de fios na EMBRATEX, que só atingiu 100% de seu potencial produtivo cinco meses após sua inauguração. Somente após um ano de funcionamento pleno da EMBRATEX, deu-se início à produção na WENTEX. A figura 1 mostra uma visão aérea da Coteminas Campina Grande.



Figura 1: Vista aérea da Coteminas-CG. À esquerda a EMBRATEX e à direita a WENTEX (Retirado do software Google Earth em 03/09/08).

Inicialmente, havia a produção de fios e malhas nessas unidades. Contudo, com os baixos preços de mercado, todos os teares circulares, responsáveis pela fabricação de malha, foram transferidos para Macaíba - RN. Atualmente, as duas unidades produzem fios de algodão e/ou poliéster e recentemente, foi instalada uma tecelagem, onde são produzidos tecidos, a partir de teares planos. Essas duas unidades têm um consumo mensal de 5000 a 6000 toneladas de algodão.

Após sua recente fusão com a SPRINGS S/A, empresa americana também do ramo têxtil, a COTEMINAS ampliou sua participação em mercados internacionais, tornando-se a maior empresa de cama, mesa e banho no mundo. Para a COTEMINAS, a fusão garante a base industrial que lhe faltava no mercado externo. Hoje, 50% de suas receitas vêm do exterior, e os EUA são um de seus principais clientes.

1.2 Sistema Elétrico Atual

A energia elétrica atualmente consumida pela COTEMINAS é fornecida pela concessionária ENERGISA. A unidade fabril é alimentada por dois circuitos no barramento de entrada de 69 kV, sendo um desses circuitos reserva que permite o funcionamento normal da fábrica em caso de avaria ou manutenção de uma das linhas alimentadoras.

A subestação atual é constituída de quatro transformadores abaixadores de 15/18.75 MVA, convertendo tensões 69 kV para 13.8 kV, pára-raios, chaves seccionadoras do ramal de entrada, disjuntores trifásicos SF6, transformadores de potencial (TP) e transformadores de correntes (TC) que são instrumentos necessários a medições e proteção. Além da principal, subestações abaixadoras secundárias convertem o nível de tensão de 13.8 kV/400 V ou 13.8/4.16kV.

O nível de tensão de 4.16 kV é utilizado para a alimentação de compressores e *chillers* (refrigeradores a ar comprimido) no setor de utilidades da fábrica. No setor de Tecelagem, encontram-se duas subestações: subestação 5 e 6, cada uma delas possuindo dois transformadores de 13,8 kV/575 V com potências de 1500 kV A e 2000 kV A.

A iluminação nas fábricas é feita em 380 V e as tomadas possuem opções de 220 V ou 380 V. Algumas máquinas também são alimentadas em 440 V, utilizando para sua alimentação dois transformadores de 575/380 V e dois de 575/440V.

2 Descrição da Conexão da Unidade Fabril à Rede Básica

2.1 Introdução

A unidade fabril da Coteminas Campina Grande está localizada na Rodovia BR 230, aproximadamente a 3 km da SE Campina Grande II, pertencente à Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF.

Interligando a SE 230 kV Campina Grande II a SE 230 kV Pau Ferro, existe uma linha de transmissão também de 230 kV, em circuito duplo, de propriedade da CHESF, cujo traçado está próximo à fábrica da Coteminas.

2.2 Projeto da Nova Subestação

A conexão da unidade fabril à Rede Básica do Sistema Interligado Nacional – SIN será realizada em apenas um circuito dessa linha de transmissão, na torre T124-4, a qual é uma estrutura de ancoragem. A figura abaixo ilustra esta torre.



Figura 2: Detalhe da torre T124-4

A torre T124-4 está localizada, aproximadamente, a 300 metros do local onde está sendo construída a futura subestação da unidade Coteminas Campina Grande. Desta forma, para interligação com a Rede Básica será necessário a construção de um trecho muito pequeno de linha de transmissão em 230 kV.

O terreno previsto para construção da futura SE 230-13,8 kV está localizado ao lado da unidade industrial, conforme ilustrado na figura 1. A futura subestação efetuará o abaixamento de tensão de 230 kV para a tensão de 13,8 kV, realizando a conexão com a sala elétrica da fábrica, que realiza o suprimento e monitoramento elétrico de todas as

cargas atualmente instaladas. A figura 3 apresenta uma planta da unidade fabril de Campina Grande, ilustrando os setores da fábrica e área de implantação da nova subestação.

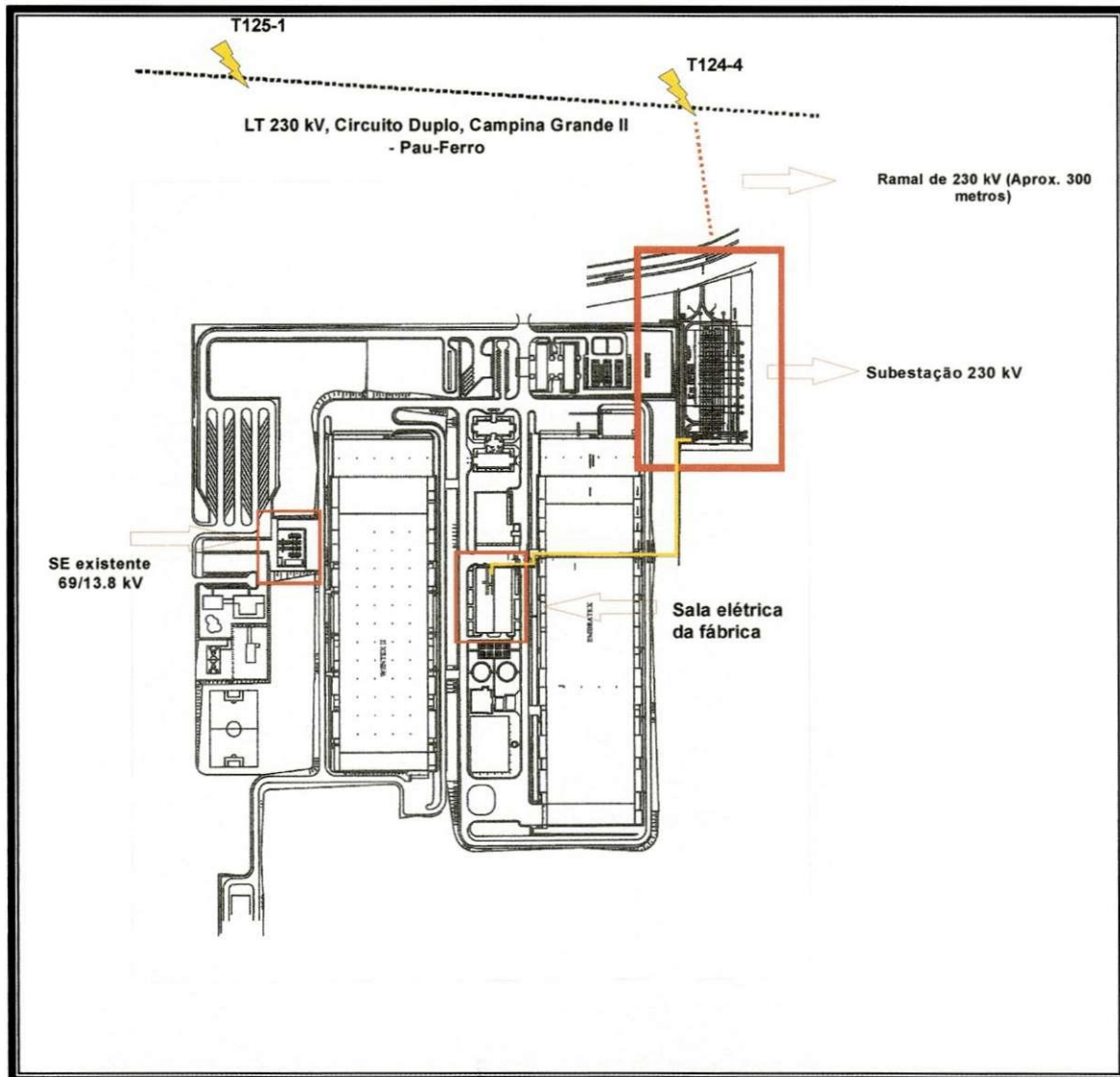


Figura 3: Planta baixa da Unidade Coteminas Campina Grande (Retirada do Memorial Descritivo do empreendimento).

O escopo do empreendimento abrange a implantação de todas as instalações necessárias para conexão da unidade fabril à linha de transmissão 230 kV Campina Grande II – Pau Ferro, incluindo a construção de um ramal em 230 kV, a construção de uma subestação 230/13.8 kV, bem como a construção de toda rede subterrânea para cabos, internamente às instalações da Coteminas, no nível de tensão de 13,8 kV para conexão entre a futura SE e a sala elétrica da fábrica. As linhas em amarelo descrevem o

trajeto que será percorrido por cabos de telemetria e cabos de força, realizando a conexão entre a subestação e a sala elétrica.

Os projetos elétrico, civil e eletromecânico foram elaborados considerando a conexão da fábrica por meio de seccionamento, com integração da subestação 230/13.8 kV à Rede Básica, em arranjo de barramento duplo, com disjuntor a quatro chaves.

Foram projetados dois transformadores, que serão implantados como equipamentos principais da futura subestação, porém apenas uma unidade irá operar, ficando a outra como reserva fria. Estima-se uma potência máxima de 40 MVA para os transformadores. A figura 4 apresenta um esquemático simplificado do empreendimento.

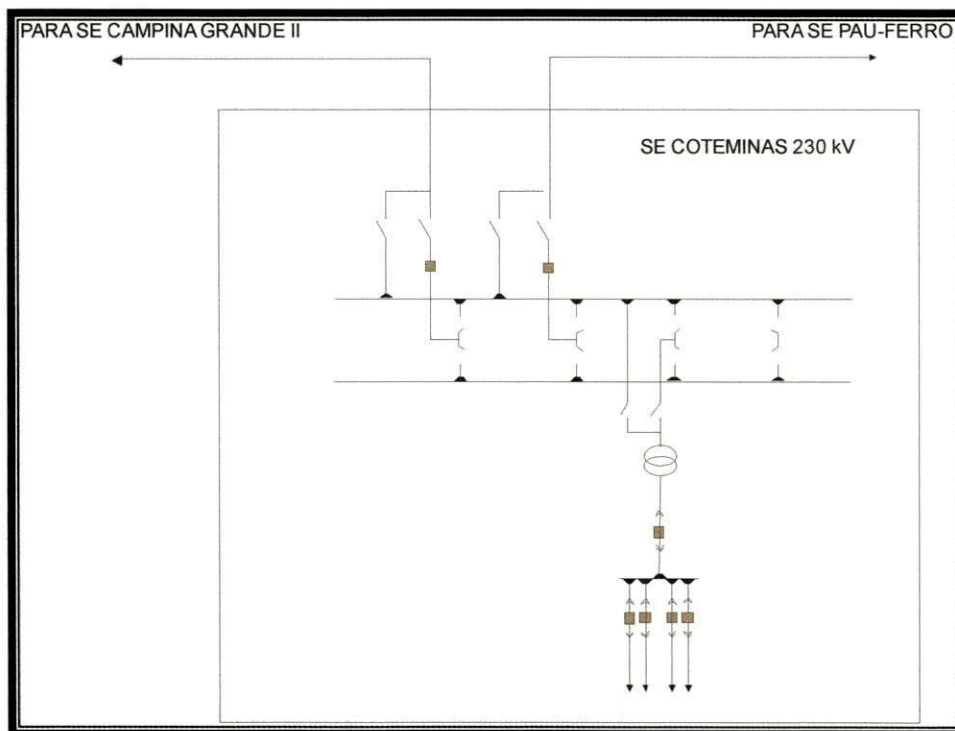


Figura 4: Esquemático Simplificado (Retirada do Memorial Descritivo do empreendimento)

Na figura 5, é mostrado o diagrama unifilar simplificado da subestação, onde é possível identificar os seus principais equipamentos conforme descrito na tabela 1.

Todos os equipamentos citados tratam-se de três unidades monofásica ou uma unidade

trifásica. Os transformadores de corrente e de potencial de 13.8 kV serão instalados no interior dos cubículos.

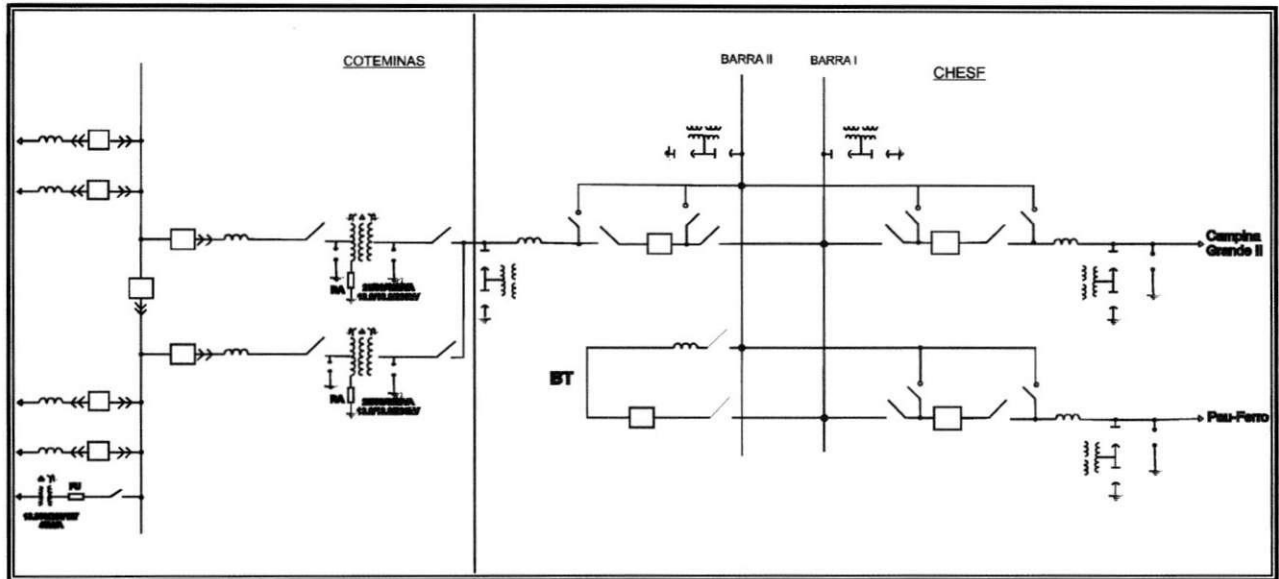


Figura 5: Diagrama Unifilar Simplificado (Planta JPW-CTM-A1-EM-001)

ITEM	EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	
		CHESF	COTEMINAS
1	Disjuntor 230 kV	04	-
2	Secionador 230 kV	14	02
3	Transformador de corrente 230 kV	12	-
4	Transformador de Potencial Capacitivo 230 kV	11	-
5	Pára-Raios 230 kV	06	06
6	Cubículo 15 kV com Disjuntor	-	07
7	Cubículo 15 kV com chave fusível	-	01
8	Secionador 13.8kV	-	02
9	Transformador de corrente 13.8 kV	-	18
10	Transformador de potencial 13.8 kV	-	03
11	Pára-Raios 13.8 kV	-	06
12	Transformador 3φ 13800/220 V – 45kVA	-	01
13	Transformador 3φ 25/33/42 MVA – 230/13.8/13.8 kV	-	02

Tabela 1: Descrição dos equipamentos

3 Atividades desenvolvidas

3.1 Introdução

Neste capítulo serão detalhadas as atividades desenvolvidas no período de estágio na empresa Coteminas S/A. Serão descritas as etapas de construção civil e elétrica da nova subestação, assim como as atividades de fiscalização, a análise dos projetos recebidos, a elaboração de relatórios e o acompanhamento das equipes de manutenção elétrica dentro da indústria.

3.2 Etapas Acompanhadas

A construção da nova subestação para o complexo industrial da unidade Coteminas Campina Grande iniciou-se no dia 28 de fevereiro, com a mobilização de equipamentos e funcionários para instalação de todo o canteiro de obras. A construção desse empreendimento ficou a cargo da empresa JPW Engenharia Elétrica, com sede em Recife – PE e com vasta experiência nesse ramo.

Após a etapa inicial de mobilização, foram feitas sondagens para coleta de solo e análise do material vegetal em sua superfície. A partir daí, tomou-se a decisão de escavar toda a área referente ao pátio da subestação por se tratar de um antigo curral para animais e sua superfície não possuir material adequado para sustentação de equipamentos eletro-mecânico.

O acompanhamento das etapas de construção da subestação iniciou no dia 17 de abril com a etapa de escavações e terraplenagem.

3.2.1 Escavações e Terraplenagem

As atividades de escavações e remoção de material estenderam-se por um período de quase dois meses, devido ao mau tempo e chuvas que coincidiram com o início do inverno nos meses de abril e maio em Campina Grande. Foi retirado um volume de material aproximado de 11000 m³ da área referente ao pátio da subestação.

As atividades de terraplenagem com compactação e nivelamento do terreno iniciaram-se na primeira semana de junho com maquinário pesado composto por

caçambas, tratores e escavadeiras. É realizado o depósito de material argiloso e de melhor qualidade para sub-base da subestação totalizando um volume de 8000 m³. A seguir são mostradas algumas seqüências de fotos, demonstrando a evolução dessa etapa de terraplenagem.



Figura 6: Terreno limpo para início das escavações.



Figura 7: Terreno após a retirada de material orgânico.



Figura 8: Etapa de depósito e compactação de material



Figura 9: Terraplena finalizada



3.2.2 Sistema de drenagem e fundações

No mês de julho são iniciadas as atividades de escavações das fundações dos equipamentos e setores da subestação, tais como: parede corta-fogo, base de transformadores, base de disjuntores, casas de comando, pontos de tração e todo o sistema de drenagem.

A descrição dessas atividades restringe-se a esse simples comentário, pois são atividades do ramo civil.

3.3 Medições da resistividade do solo e Malha de Aterramento

Após a conclusão da etapa de terraplenagem, foram realizadas as medições de resistividade do solo, essenciais para o projeto e implantação da malha de aterramento da subestação. As medições foram realizadas a partir de quatro hastes metálicas enterradas no solo e conectadas ao aparelho de medição denominado Terrômetro, variando-se a distância entre as hastes a partir do ponto a ser medido, como descrito a seguir.

3.3.1 Descrição do Equipamento Utilizado

O terrômetro MTA-10 KW é um Medidor de Resistência de Terra analógico e automático, que permite medir Resistências de Aterramento e Resistividade Específica do Terreno pelo Método de Wenner (Medição da Resistividade do Solo pelo Método dos Quatro pontos). Tem incorporado também um voltímetro que permite a medição de tensões espúrias (ou induzidas) do solo, provocadas por correntes parasitas.

Este equipamento é muito utilizado para medições de resistência de aterramento de pára-raios, torres de transmissão de energia, subestações, cabinas primárias, etc. Em todos os casos a medição prévia da resistividade específica do terreno é um dado importante que serve para projetar os sistemas de aterramento e para avaliar sua variação a respeito do tempo.



Figura 10: Aparelho para medição da resistividade do solo

Um gerador interno, síncrono, de 1470 Hz, injeta corrente alternada " I " no terreno através de estacas auxiliares. A tensão " V ", gerada no terreno é lida pelo instrumento, que internamente faz a divisão V/I e é mostrada no instrumento indicador numa escala expressada em ohms.

Possui um circuito exclusivo de realimentação que permite regular automaticamente a corrente injetada no terreno. Entretanto, um circuito voltimétrico de

alta impedância de entrada, lê direta e instantaneamente a Resistência de aterramento ou a Resistividade Específica do terreno, já que tem 4 bornes de saída, dois para corrente e dois para tensão.

3.3.2 Medição de resistividade Específica do Solo

Foram cravadas no terreno 4 estacas, bem alinhadas e igualmente espaçadas de uma distancia D . Conectadas ao terrômetro como indica a figura 11.

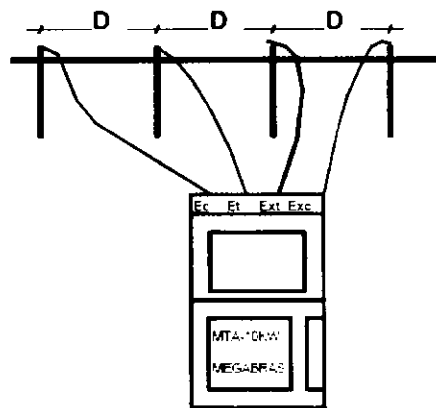


Figura 11: Conexão típica entre o aparelho e as hastes.

Para o início das leituras, pressionava-se o botão de “ $10\text{ K}\Omega$ ” e logo após o botão de “**LIGA**”. Desse modo foi possível ler o valor indicado pelo ponteiro na escala vermelha. Quando o valor obtido era muito pequeno, pressionavam-se os botões de “ $1.000\ \Omega$ ”, “ $100\ \Omega$ ” ou de “ $10\ \Omega$ ”. Em cada caso, utilizando o multiplicador adequado segundo a seguinte tabela:

Botão	Intervalo de Medição	Multiplicador
$10\ \text{K}\Omega$	0 - 60.000 Ω	x 100
$1.000\ \Omega$	0 - 6.000 Ω	x 10
$100\ \Omega$	0 - 600 Ω	x 1
$10\ \Omega$	0 - 60 Ω	x 0.1

Tabela 2: Tabela de referência para uso do equipamento

Para obter o valor de Resistividade Específica do solo, a uma profundidade “ D ”, fez-se necessário multiplicar o valor lido na escala vermelha pelo valor em metros da distância de espaçamento entre hastes D . Assim, foi possível obter o valor da

resistividade ρ a uma profundidade D , valor idêntico em metros a distância de espaçamento entre hastes D .

A norma NBR 7117 trata sobre o procedimento de Medição da Resistividade do Solo pelo Método dos Quatro pontos (Wenner). A norma é bastante antiga e refere-se ao método de medição, que foi adotado como padrão para todas as medições. A disposição das hastes é a indicada na figura 11, e a explicação geral do método baseia-se na fórmula de Wenner: $\rho = 2 \cdot \Pi \cdot R \cdot D$

Onde,

- ρ é o valor da resistividade do terreno a uma profundidade D .
- $\Pi = 3,14$.
- R é o valor da resistência de aterramento (valor lido na escala preta do galvanômetro em Ω).
- D distância em metros, do espaçamento entre hastes.

Como a escala vermelha indica diretamente o valor $2 \cdot \Pi \cdot R$, o valor da resistividade ρ será dado pelo valor lido na escala vermelha multiplicado pelo valor D (distância entre hastes).

A norma recomenda fazer medições num determinado local com diferentes pesquisas de profundidades, ou seja, que devem-se fazer várias medições com espaçamentos das hastes entre 1 metro e o maior valor possível, recomendando-se os valores de 1, 2, 4, 8,16, etc., metros de espaçamento entre as hastes.

As medições cobriram toda a área a ser abrangida pelos eletrodos de aterramento. Como recomendado pela norma, para áreas maiores que 10000 m² (no caso do terreno da subestação, 20000 m²), dividimos em sub-áreas de 10.000 m² e realizamos medições em 5 pontos conforme indicado na figura 12. Também em caso de geometrias diferentes, sempre existirá a possibilidade de circunscrever um retângulo e proceder como o caso anterior.

Para o ponto central foram necessários dois conjuntos de medições nos eixos “X” e “Y” (cada conjunto de medições com espaçamentos de 1, 2, 4, 8, 16, etc., metros).

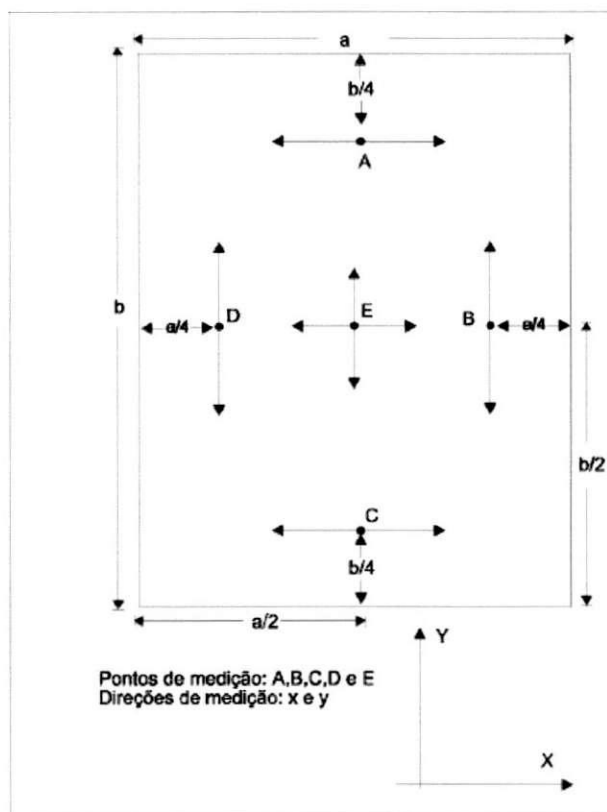


Figura 12: Pontos de medição para resistividade do solo.

3.4 Outras Atividades

Durante o período de estágio, ainda foi possível acompanhar as atividades desenvolvidas pelas equipes de manutenção elétrica das unidades Wentex e Embratex, que são responsáveis pelo perfeito funcionamento das máquinas e garantem o trabalho intermitente que elas realizam.

Nas equipes de manutenção elétrica são realizados dois tipos de manutenção:

Corretiva - responsável pelo conserto de qualquer problema elétrico, tanto os que impeçam o funcionamento normal das máquinas, como os defeitos de iluminação e tomadas;

Preventiva - responsável pela verificação e substituição de peças, a partir da observação do seu tempo de uso, sempre atendendo uma programação de paradas das máquinas.

Essa equipe, formada por técnicos e engenheiros, está assim dividida:

- Manutenção da Informática - responsável pela instalação de software, montagem de computadores, manutenção da rede interna e impressoras;
- Manutenção do TCI - responsável pela troca de baterias dos TCI's (carrinhos para transporte das latas) e manutenção de suas placas eletrônicas;
- Sala de Motores - responsável pela substituição de enrolamentos e limpezas internas nos diversos tipos de motores existentes nas máquinas. Há uma sala para revisão de motores em cada unidade;
- Laboratório de Eletrônica - responsável pelo conserto de todas as placas eletrônicas das máquinas;
- Manutenção Elétrica Geral - responsável pela prevenção e correção de todas as máquinas do processo de fiação e tecelagem. Desde a sala de abertura até as balanças na expedição.

4 Considerações Finais

Apesar das atividades acompanhadas no período de construção da subestação não terem baseamento prático no setor eletro-eletrônico, foram de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento profissional e pessoal, pois foi possível presenciar atividades que posteriormente serão fundamentais para a instalação de equipamentos elétricos e para o correto funcionamento de toda a subestação.

Através desse período de estágio foi possível conhecer as principais etapas de construção de um grande empreendimento civil, assim como acompanhar na prática os projetos estruturais para os setores elétricos de alta e baixa tensão. Também podemos citar como de grande proveito, a convivência com colegas engenheiros de outras áreas e profissionais em geral de outros setores, possibilitando um imenso ganho de conhecimento técnico.

Ainda podemos destacar como atividades, o acompanhamento do funcionamento de uma grande empresa têxtil, o nível de automatização e de inovações tecnológicas existentes em um processo fabril. O ambiente industrial, com toda a sua burocracia de horários, as cobranças constantes por produção e redução de custos servem como ampliação de conhecimentos, e de vivência da realidade técnica, econômica e social do país. Ainda percebemos a necessidade do engenheiro em um processo produtivo, não apenas para solução de defeitos imediatos, mas também para planejamento de atividades e prevenção de problemas que atrapalhem a continuação do processo de forma eficaz.

Por fim, podemos destacar a importância da realização do período de estágio fora do ambiente acadêmico, pois a partir dessa oportunidade, podemos ampliar e colocar em prática os conhecimentos adquiridos nas disciplinas cursadas na universidade.

Referências Bibliográficas

- Manual TERRÔMETRO ELETRÔNICO MEGABRÁS MTA-10 KW
- <http://www.coteminas.com.br>, acessado em setembro de 2008.
- Mabel Jaqueline Carmona de Campos. Competitividade do Setor Têxtil Brasileiro: uma abordagem a nível estadual. Artigo, Universidade Católica de Pernambuco, Outubro de 2000.