



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

ESTÁGIO SUPERVISIONADO
EMPRESA: PRENER

Aluno: Thyago Tanouss de Brito Maia
Professor Orientador: Ubirajara Rocha Meira

Campina Grande, Setembro de 2006



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Primeiro a Deus pela força e coragem.

Aos meus pais, Fernando e Bernadete, que sempre me incentivaram nos estudos.

Aos meus irmãos, Gustavo e Fernanda, pela força no dia a dia.

Aos meus familiares, em especial Tio Carlos, Isabel, Dona Beta e Thayse, pelo acolhimento.

A Edmundo Pereira e aos Engenheiros Eletricistas Luiz Alberto Leite Filho e Dario Ferreira pela oportunidade oferecida e incentivos prestado.

Aos colegas de trabalho William, Herivelton, Armando, Romoaldo, Valéria, Nena, Fabinha e Josy pelo apoio.

Ao professor orientador Ubirajara pela sua atenção e sugestões.

A Naylla pela compreensão e incentivo.

Aos meus amigos que me ajudaram de alguma forma.

Lista de Figuras

Figura 1-Estrutura Primária N1	8
Figura 2-Estrutura Primária N2	9
Figura 3-Estrutura Primária N3	9
Figura 4-Estrutura Primária N4	10
Figura 5-Estrutura Primária N3.2	10
Figura 6-Estruturas Secundárias S1A, S1T e S2	11
Figura 7-Estruturas Secundárias S3A, S3T e S4	11
Figura 8-Estruturas Secundárias S5	12
Figura 9-Engastamento de Postes	13
Figura 10-Foto: Conexão do neutro com o Condutor Terra	17
Figura 11-Aterramento com Haste Cobreada	17
Figura 12-Foto: Detector de Tensão acoplado a vara de manobra	22
Figura 13-Foto: Aterramento Temporário Instalado	23
Figura 14-Aterramento Temporário de forma ilustrativa	24
Figura 15-Foto: Material Estocado	26
Figura 16-Foto: Cabos Multiplex Trifásicos	27
Figura 17-Foto: Transformador Trifásico de Potência igual a 112,5 kVA	29
Figura 18 –Foto: Banco de Capacitores	37
Figura 19-Foto: Ajustando o Programador	38

Lista de Tabelas

Tabela 1 -Dimensionamento do Elós-fusível para Transformadores Trifásicos	15
Tabela 2 -Comprimento e Resistência dos Postes para determinados Equipamentos a serem Instalados	19
Tabela 3 -Equivalência entre as unidades AWG e mm ²	27
Tabela 4 -Dimensionamento do Disjuntor	31
Tabela 5 -Especificação dos Contatores	36
Tabela A – Padronização dos postes utilizados em área rural e urbana	41
Tabela B -Material para a construção da rede de alimentação da Tecop.	42

Sumário

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Sumário	iv
1. Introdução	1
2. Objetivo	1
3. A empresa	2
4. Atividades Desenvolvidas	3
4.1 Familiarização com as Normas Técnicas.....	3
4.1.2 As normas Utilizadas.....	3
4.1.3 Conceitos.....	4
4.1.4 Postes.....	6
4.1.4.1 Tipo.....	6
4.1.4.2 Comprimento.....	6
4.1.4.3 Vão.....	7
4.1.4.4 Tipos de Estruturas.....	8
4.1.4.5 Engastamento de Poste.....	13
4.1.4.6 Equipamentos nas Estruturas.....	13
4.2 Acompanhamento da Construção da Rede de Alimentação Trifásica.....	20
4.3 Instalação de um Banco de Capacitores em Baixa Tensão.....	32
4.4. Acompanhamento da reforma das escolas municipais de João Pessoa.....	38
5. Conclusão	39
6. Referência Bibliográfica	40
Anexo	41

1.Introdução

O estágio é uma disciplina obrigatória da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

A finalidade do estágio está estreitamente ligada em observar na prática o que foi estudado nas disciplinas teóricas.

O estágio realizado é classificado como supervisionado e teve uma duração de dois meses.

Será descrito neste relatório quatro atividades desenvolvidas durante o estágio. A primeira atividade realizada foi a familiarização com as Normas de Distribuição Unificada e as Normas Técnicas de Distribuição. A segunda atividade foi o acompanhamento da execução da construção de uma rede de alimentação trifásica em 13.8 kV. A terceira atividade foi o acompanhamento da instalação de um banco de capacitores de 45 kvar. E por fim, foi realizado o acompanhamento do levantamento das instalações elétricas de algumas escolas do município de João Pessoa com o objetivo de adequar as normas NBR 5410, da ABNT, e a norma NDU 001.

2. Objetivo

Descrever as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado realizada na PRENER durante o período de 19 de junho a 18 de agosto de 2006.

3. A Empresa

A PRENER é uma empresa prestadora de serviços em instalações elétricas industriais e prediais, construções de subestações e de redes de distribuição urbana e rural.

A empresa está localizada na cidade de João Pessoa, na Rua Barão do Triunfo, 270-Varadouro. A sua estrutura física possui:

- Um escritório com as seguintes divisórias: sala da diretoria, sala de engenharia, sala de contabilidade e a secretaria;
- Uma loja comercial de materiais elétricos;
- Um depósito para armazenar os materiais elétricos (transformadores, quadros de comando, motores elétricos, entre outros).

Hoje, a empresa conta com aproximadamente 60 funcionários, dentre eles engenheiros eletricitas e técnicos eletricitas.

4. Atividades Desenvolvidas

4.1 Familiarização com as Normas Técnicas.

4.1.2 As normas Utilizadas

A primeira atividade realizada na empresa foi a familiarização, através das leituras, das seguintes normas:

- Norma de Distribuição Unificada (NDU-001): “Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – Edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras”. Esta norma fixa os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entrada de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da CENF – Cia de Eletricidade de Nova Friburgo, CFLCL – Cia Força Luz Cataguazes-Leopoldina, CELB – Cia Energética da Borborema, ENERGIPE – Empresa Energética de Sergipe, e SAELPA – S. A. de Eletrificação da Paraíba, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor.

- Norma de Distribuição Unificada (NDU-002): “Fornecimento de energia elétrica em tensão primária”. Esta norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para fornecimento de energia em tensão primária, sendo 13.8 kV para CELB e SAELPA, a partir da rede aérea de distribuição e para instalações consumidoras com carga instalada acima de 75 kW, até 2500 kW de demanda, bem como estabelecer os requisitos mínimos indispensáveis aos quais os clientes das concessionárias devem se submeter.

- Norma de Distribuição Unificada (NDU-004): “Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Urbana”. Esta norma padroniza a montagem de redes aéreas de distribuição urbana de alta tensão e baixa tensão nas áreas de concessão das concessionárias CELB e SAELPA.

- Norma Técnica de Distribuição (NTD-004): “Projeto de Redes de Distribuição Urbana”. Esta norma tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas, na tensão primária de 13.8 kV e nas tensões secundárias de 380/220 V, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

As leituras das normas contribuíram para um maior entendimento nos momentos de acompanhamento das elaborações dos projetos e também facilitando de forma mais rápida as pesquisas a estas normas quando necessário.

Toda dúvida surgida durante as leituras foi explicada, pelos engenheiros e técnicos da área, de uma forma mais prática.

4.1.3 Conceitos

Rede de Distribuição

Conjunto de redes elétricas com equipamentos e materiais diretamente associados, destinado à distribuição de energia elétrica.

Rede Primária

Parte de uma rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sob a mesma tensão primária nominal (13,8 kV para SAELPA/CELB).

Rede Secundária Multiplexada

Rede de baixa tensão, operando com tensão de 380/220 V (SAELPA/CELB), utilizando condutores encordoados, conhecidos comercialmente como multiplexados.

Alimentador de Distribuição

Parte de uma rede primária numa determinada área de uma localidade que alimenta, diretamente ou por intermédio de seus ramais, transformadores de distribuição da concessionária e/ou de consumidores.

Ramal de Alimentador

Parte de um alimentador de distribuição que deriva diretamente de um tronco de alimentador.

Derivação de Distribuição

Ligação feita em qualquer ponto de uma rede de distribuição, para um alimentador, ramal de alimentador, transformador de distribuição ou ponto de entrega.

Relação de Material e Orçamento

Consiste em relacionar os materiais necessários à construção da rede elétrica e elaboração do orçamento correspondente.

Unidade Consumidora

Conjunto de instalações e equipamentos elétrico caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

Concessionária ou Permissionária

Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de energia elétrica, referenciado, doravante, apenas pelo termo Concessionária. Exemplos: SAELPA e CELB.

4.1.4 Postes

4.1.4.1 Tipo

Os postes utilizados nas redes de distribuição urbana e rural são de concreto, podendo ser do tipo duplo T ou circular. A escolha do tipo de poste deve levar em consideração não só o grau de urbanização e uniformidade, mas principalmente aspectos técnicos, econômicos e estéticos. A Tabela A, em anexo, apresenta os postes padronizados pela SAELPA/CELB.

4.1.4.2 Comprimento

Podem-se utilizar postes de diferentes comprimentos para os seguintes casos:

- **Poste de 9 m**

Em rede exclusiva de baixa tensão, sem possibilidade de passagem de alta tensão.

- **Poste de 10 m**

Utilizado normalmente em rede de alta tensão que não haja grande esforço mecânico em sua estrutura.

- **Poste de 11 m**

- * Permitir conexão aérea, *flying tap*;
- * Derivação de rede primária;
- * Derivação para consumidor em alta tensão;
- * Instalação de transformadores, religadores, seccionadores, reguladores de tensão, chave interruptora de distribuição, chave faca, chave fusível e banco de capacitores;
- * Previsão de implantação de alta tensão em espaço de tempo menor que três anos;
- * Travessias.

- **Poste de 12 m**

Devem ser utilizados nos mesmos casos previstos para o poste de 11 m, porém com desnível acentuado e em casos especiais.

- **Poste com comprimento superior a 12 m**

São usados para as mesmas situações do poste de 12 m, mas apenas quando a altura necessária não for suficiente, ou quando se tratar de projetos específicos de iluminação.

4.1.4.3 Vão

Na rede secundária, o vão entre os postes deve ter distância em torno de 35 m, podendo chegar a 40 m. Na rede primária, poderá ser de até 80 m de vão.

Nas áreas periféricas e com baixa densidade habitacional ou em áreas com predominância de chácaras com frente de quadra superior a 100 m, o vão máximo da rede secundária pode ser de 80 m. Neste caso, a posteação deve ser locada já se prevendo a futura intercalação de postes.

4.1.4.4 Tipos de Estruturas

As normas técnicas de distribuição apresentam diferentes estruturas para a rede primária e secundária.

Serão apresentadas a seguir apenas as estruturas utilizadas em umas das atividades desenvolvidas.

Estruturas Primárias:

N1: Usadas em tangências, podendo também ser empregadas em ângulos, neste caso, a instalação dos condutores nos isoladores deverá ser feita lateralmente.

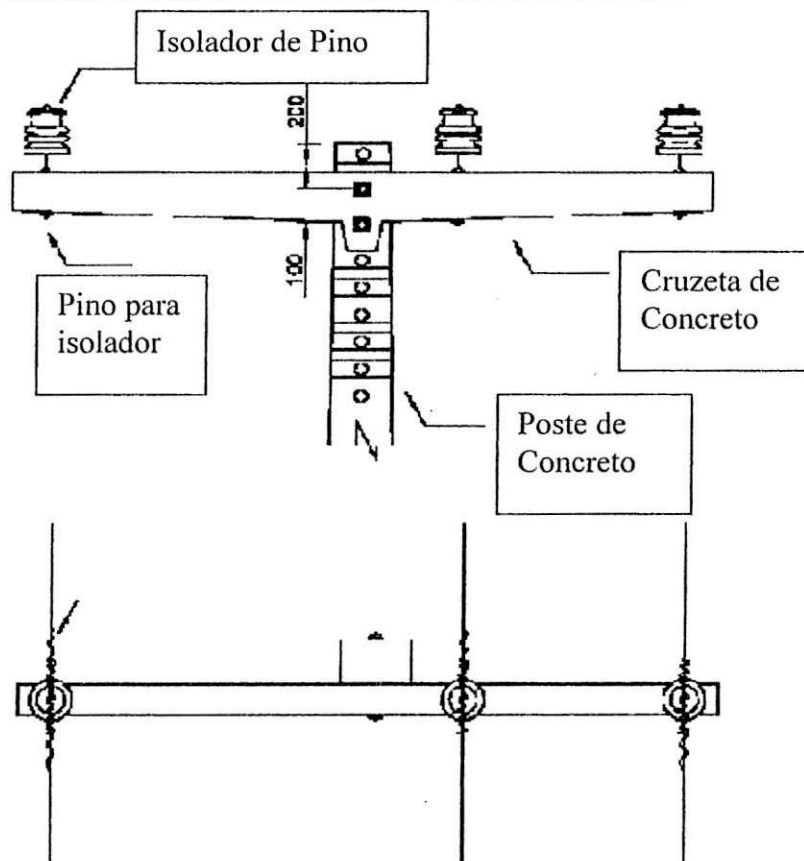


Figura 1-Estrutura Primária N1.

N2: Usadas em ângulos, podendo também ser empregados em tangencias e usadas como fim de linha para condutores de alumínio 2 AWG.

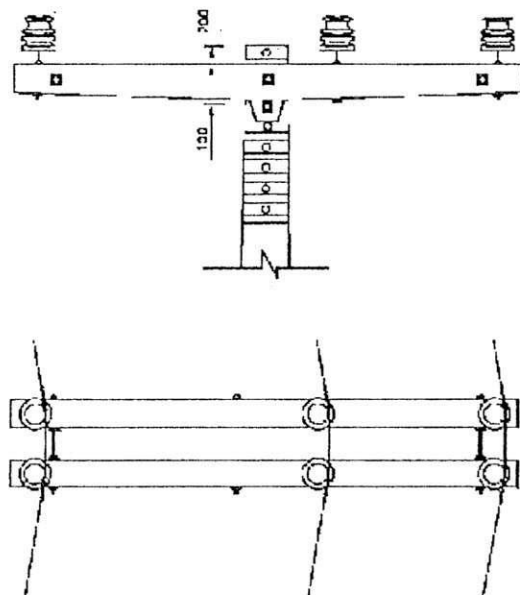


Figura 2-Estrutura Primária N2.

N3: Usadas em derivações e fim de linha. A estrutura tipo N3 possui resistência mecânica superior a N2.

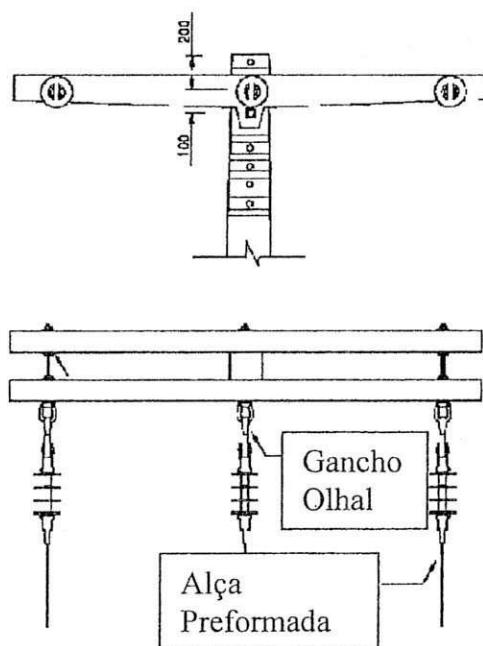


Figura 3-Estrutura Primária N3.

N4: Usadas em ângulos de até 60° e em mudanças de bitolas de condutores. A estrutura N4 é caracterizada pelo uso de isoladores de disco em ambos os lados do poste e um isolador tipo pino disposto na parte superior do poste, tendo como finalidade a fixação do cabo.

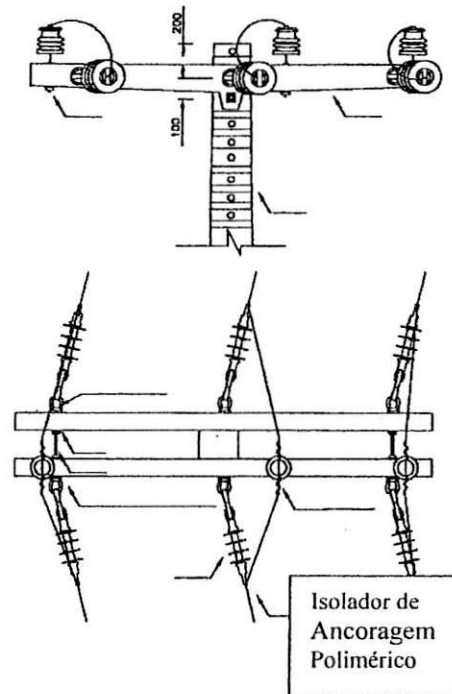


Figura 4-Estrutura Primária N4.

N3.2: Usadas em mudanças de bitola, quando, pelo menos um dos condutores é de 2 AWG e na mudança de cabos de CA para cabos CAA.

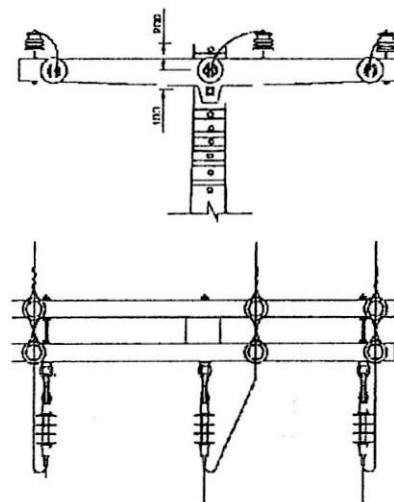


Figura 5-Estrutura Primária N3.2.

Estruturas Secundárias:

A armação secundária quando aplicada em fim de linha e em tangencias denomina-se S1A e S1T, respectivamente. A estrutura S2 possui duas armações secundárias fixadas perpendicularmente no poste, usada em dois encabeçamentos a 90° (ver figura 6).

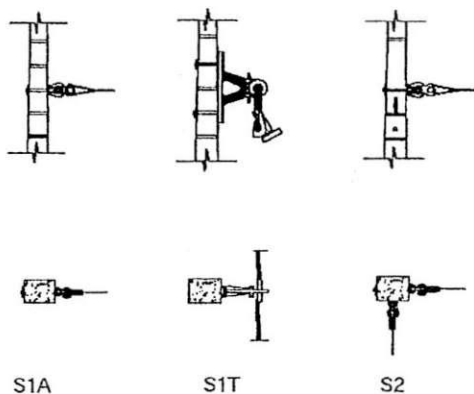


Figura 6-Estruturas Secundárias S1A, S1T e S2.

A estrutura S3 apresenta duas armações secundárias fixadas em lados opostos do poste, podendo ser S3A ou S3T. A S3A é usada em mudanças de bitola ou em postes com transformadores. A S3T é usada em tangencias com derivação a 90° do lado oposto. A estrutura S4 possui três armações secundárias fixadas no poste, e é usada em derivações, fim de linha, ou circuitos diferentes quando há necessidade de três encabeçamentos (ver figura 7).

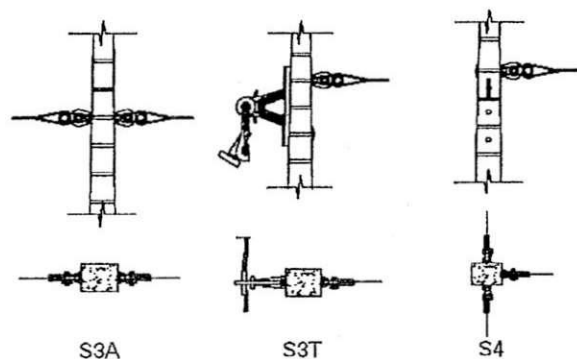


Figura 7-Estruturas Secundárias S3A, S3T e S4.

A estrutura S5 apresenta quatro armações secundárias fixadas no poste, e é usada em derivações, fim de linha, ou circuitos diferentes quando há necessidade de quatro encabeçamentos (ver figura 8).

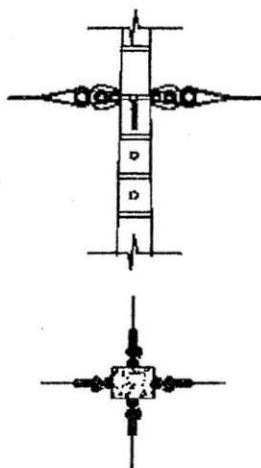


Figura 8-Estruturas Secundárias S5.

4.1.4.5 Engastamento de Postes

Segundo a norma NTD-004, a fórmula de calcular a profundidade para engastar os postes de diferente altura é:

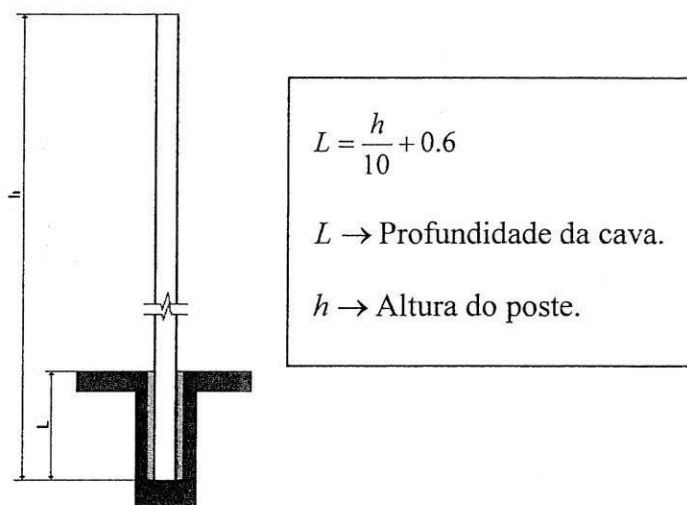


Figura 9-Engastamento de Postes.

4.1.4.6 Equipamentos nas Estruturas

A instalação dos equipamentos em postes e estruturas deve obedecer a algumas considerações de ordem técnica e de segurança. Tais como:

- Não é permitida a instalação de transformadores em postes de esquina, em ângulo ou com dois níveis de cruzeta;
- Os equipamentos devem ser instalados em poste de altura mínima de 11 metros;
- Para transformadores até 112,5 kVA o esforço mínimo do poste deve ser de 300 daN, e para transformadores de 150 kVA e 225 kVA, o esforço mínimo deve ser de 600 daN;

- As partes metálicas dos equipamentos devem ser interligadas ao sistema de aterramento.

Por uma questão de segurança, os transformadores devem ser instalados voltados para o lado da rua, as amarrações secundárias do lado oposto, salvo situações especiais.

Chaves Fusíveis

Local de instalação:

Basicamente, deverão ser instaladas chaves fusíveis nos seguintes casos:

- Em princípio, em todos os ramais derivados do alimentador tronco;
- Após cargas, cuja importância recomende maior continuidade;
- Em todos os ramais particulares, identificando a derivação;
- Em alguns sub-ramais derivados de ramais longos ou derivados de ramais protegidos por religadores ou seccionadores ou quando tenham, em sua derivação, chaves de faca.

Em princípio não deverão ser instaladas mais de quatro chaves fusíveis em série (sem considerar a chave fusível do transformador).

Ramais longos deverão ser seccionados aproximadamente de 5 em 5 km por chaves de faca, chaves fusíveis, religadores, chaves de abertura em carga, etc., conforme estudos específicos.

Escolha das chaves:

As chaves fusíveis projetadas deverão obedecer às seguintes considerações:

- Deve ser seguido o mesmo critério na escolha da tensão nominal de isolamento que o utilizado para as chaves seccionadoras;
- A corrente nominal de interrupção das chaves fusíveis deve ser maior que o nível de curto-circuito trifásico máximo no ponto de instalação;
- A corrente nominal da chave fusível deve ser igual ou maior que 150% do valor da corrente máxima prevista no ponto de instalação.

Determinação dos Elos Fusíveis:

Os elos fusíveis podem ser:

* Tipo K: Partida rápida.

* Tipo H: Partida lenta.

Para a proteção de transformadores trifásicos, que foi o caso em umas das atividades desenvolvidas, devem ser utilizados elos fusíveis de acordo com a Tabela 1.

POTÊNCIA EM kVA	ELO- FUSÍVEL
	13.800 V
225	10 K
150	6 K
112,5	5 H
75	3 H
45	2 H
30	2 H
15	1 H

Tabela 1- Dimensionamento do Elós-fusível para Transformadores Trifásicos.

Pára-raios

Os pára-raios são equipamentos utilizados para proteção contra sobretensão. São utilizados pára-raios ZnO polimérico. Os pára-raios devem ser instalados próximos das buchas primárias do equipamento a ser protegido.

Deverão ser projetados nos seguintes pontos:

- Em estruturas que contenham reguladores, religadores e seccionadores, nos lados fonte e carga;
- Banco de capacitores;
- Transição de rede aérea para subterrânea ou vice-versa;
- Transformadores que atendem cargas especiais, em qualquer caso (hospitais, escolas, estações de água, quartéis, prédios públicos, etc);
- Em áreas de predominância de edificações verticais não devem ser instalados pára-raios em transformadores localizados entre pára-raios adjacentes, cuja distância seja inferior a 500 m, em qualquer direção da rede;
- Em transformadores de distribuição em final de linha;

Aterramento

Alguns critérios de aterramento são relacionados a seguir:

- Poderá ser utilizada em todos os pára-raios e carcaças dos religadores, seccionadores, reguladores, capacitores, chaves a óleo e dos transformadores com uma malha de no mínimo 3 (três) hastes.
- A ligação do condutor neutro, dos pára-raios e das carcaças dos equipamentos a serem protegidos à terra, deverá ser comum e estar conectada ao condutor de aterramento;

- O condutor neutro deverá ser contínuo, multiaterrado e conectado à malha de aterramento (ver figura 10);
- Em redes de distribuição, o neutro deve ser aterrado em intervalo de aproximadamente 150 m, com três hastes de terra cantoneira galvanizada;
- Toda fim de rede, em alta e baixa tensão, terá o seu neutro aterrado com uma malha de 3 (três) hastes;
- Deverão ser utilizada massa caefatora em todas as conexões efetuadas sob o solo.

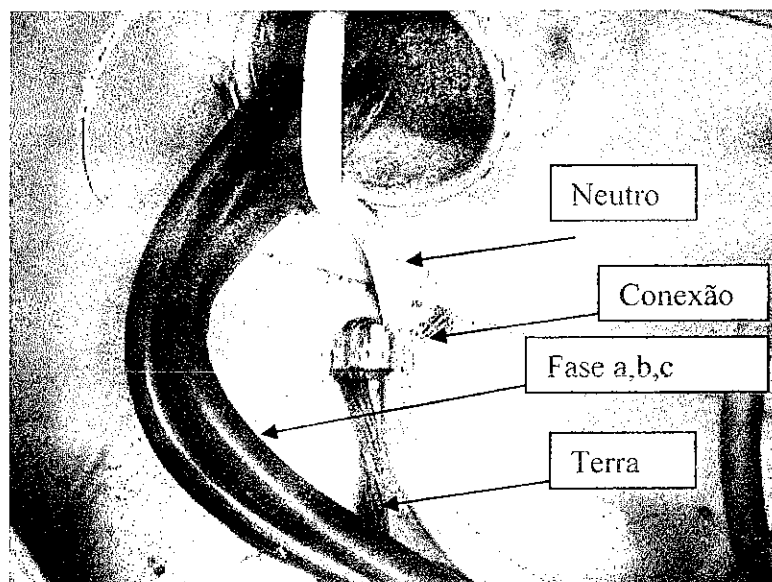


Figura 10- Foto: Conexão do neutro com o condutor terra.

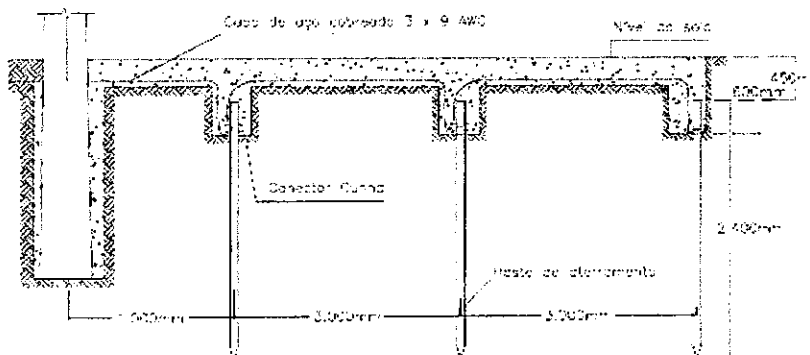


Figura 11- Aterramento com Haste Cobreada.

Durante a construção do aterramento (ver figura 11) é importante observar as seguintes notas:

- Para cravação das hastes de terra e lançamento do condutor de aterramento, recomenda-se abrir uma valeta com 300 mm de profundidade e nos pontos de instalação das hastes abrir buracos também com 300 mm de profundidade a partir do nível da valeta e com diâmetro suficiente para permitir a cravação;

- O condutor de descida à terra bem como as interligações das hastes deverão ser através do cabo de aço cobreado 3 x 9 AWG, sem emendas;

- A cobertura da massa calafetadora, deve envolver totalmente o conector;

- As conexões de aterramento serão do tipo cunha.

A tabela 2 informa para cada equipamento instalado, qual o comprimento e a resistência dos postes a ser utilizado.

EQUIPAMENTO	TIPO/POTÊNCIA	COMPRIMENTO MÍNIMO (m)	RESISTÊNCIA de postes DT (daN)
Religador	SEV	12	300
Religador	SF6	11	300
Seccionalizador	SF6	11	300
Regulador	Monof. até 76,2kVA ou Banco Monof.	12	1000
Capacitor	Banco de 300 e 600		
Chave-Fusível	Qualquer	11	300
Chave-Faca Unipolar			
Chave a Óleo			
Transformador Monofásico	De 5 a 25 kVA	11	300
Transformador Trifásico	De 15 a 112,5 kVA		
	De 150 e 225 kVA		600
Pára-Raios	Qualquer	10	150

Tabela 2-Comprimento e Resistência dos Postes para determinados Equipamentos a serem Instalados.

4.2 Acompanhamento da Construção da Rede de Alimentação Trifásica.

Cliente:

TECOP - Terminal de Combustíveis da Paraíba Ltda., que está localizado na praia de Jacaré no município de Cabedelo, situado a 13,5 km de João Pessoa, capital da Paraíba, ocupando uma área de 98.500 m². A Empresa foi fundada em 04 de Junho de 2001, composta de um terminal de estocagem e uma unidade industrial de processamento de coque verde de petróleo (PETCOKE) e carvão mineral. Atualmente os produtos acima mencionados são oriundos dos Estados Unidos da América e da Venezuela. Seus principais mercados consumidores são os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, através das indústrias de cimento, cerâmica vermelha e a indústria de gesso. A estrutura do terminal absorve em torno de 200 a 300 mil toneladas ano.

Finalidade do projeto:

A finalidade foi suprir em tensão primária (13.8 kV) o terminal de estocagem da TECOP e através de um transformador trifásico de potência igual a 112.5 kVA, a ser instalado, alimentar em tensão secundária (380/220 V) os equipamentos e instalações elétricas da empresa.

As instalações elétricas da empresa já eram alimentadas por um transformador de potência igual a 75 kVA, e devido ao aumento de carga, foi necessária a substituição deste transformador pelo o de 112.5 kVA. O cálculo desta nova potência será mostrado mais adiante.

Materiais Utilizados:

Estão indicados na tabela B (em anexo) os materiais utilizados para a construção da rede de alta e baixa tensão e para a medição. Todos esses materiais foram disponibilizados pela PRENER e apenas o medidor eletrônico trifásico pela SAELPA.

Etapas do projeto:

Primeiramente foi realizado o memorial descritivo (em anexo) pelo engenheiro responsável, onde foram especificados o dimensionamento dos condutores, do transformador, o sistema de proteção e medição, aterramento, tipos e comprimentos dos postes, entre outras especificações. A planta baixa do projeto (em anexo) foi desenhada no ambiente do programa AutoCAD 2005.

“O AutoCAD é um programa de CADD (“Computer Aided Draft and Design” – Desenho e Projeto Auxiliado por Computador – ou somente CAD). Por sua arquitetura aberta, torna-se um ambiente ideal para o desenvolvimento de aplicativos por terceiros, permitindo a utilização em praticamente qualquer área de desenho e projeto, tanto como engenharia, arquitetura, agrimensura, indústria, científico, “design” ou qualquer outra aplicação que necessite de desenho e projeto auxiliado por computador.”

Visita à execução da obra:

A obra foi realizada em 09 de julho de 2006, iniciada às 8 horas da manhã. Para tal realização, foi necessária uma solicitação a SAELPA, com antecedência, para efetuar o desligamento do ramal da rede na qual seria derivada para a empresa. A solicitação especificava que o intervalo em que o ramal permaneceria desligado fosse entre 8 e 13 horas, o que seria o suficiente para a realização da obra.

Medidas de Segurança:

Para a segurança de vida das pessoas em operação ou próximas, é indispensável à utilização dos equipamentos de segurança coletivos (EPCs) e dos equipamentos de segurança individuais (EPIs).

Os EPCs utilizados foram:

- **Vara de manobra isolada:**

O desligamento foi realizado pelos técnicos da SAELPA, utilizando-se da vara de manobra isolada para efetuar a abertura das chaves fusíveis localizada em um dos postes próximo a empresa;

- **Detector de Tensão:**

É um equipamento de segurança, versátil, que indica se o condutor está ou não energizado, através da emissão de sinais sonoros e luminosos, para que se possa instalar o conjunto de aterramento temporário.

O detector de tensão utilizado (ver figura 12) é do tipo “por aproximação”, na qual seu princípio de funcionamento é utilizar a diferença de potencial existente em um campo elétrico, criado em torno do condutor.

Este detector de tensão é acoplado a vara de manobra, e possui uma sensibilidade para perceber tensões entre 1 a 138 kV (50/60 Hz).

Durante sua utilização não foi detectada tensão em nenhuma das três fases de tensão igual a 13.8 kV, caso houvesse tensão em algumas das fases o detector emitiria um sinal sonoro e luminoso.

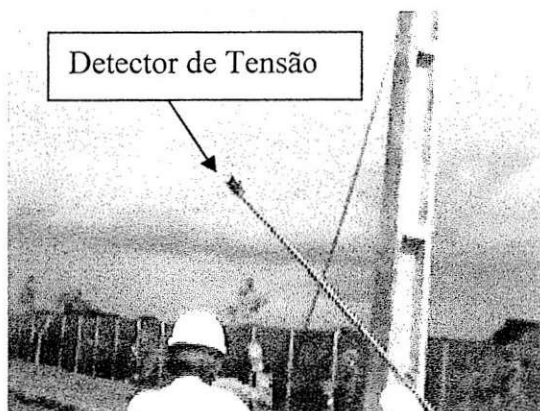


Figura 12-Foto: Detector de Tensão acoplado a vara de manobra.

- **Aterramento Temporário:**

Durante as manutenções ou reformas em redes aéreas desenergizadas é necessário a instalação do aterramento temporário. Diversos fatores podem ocasionar a energização da rede, os mais comuns são:

- * Erros de manobra;
- * Contato acidental com outro circuito energizado;
- * Tensão induzida;
- * Descargas atmosféricas;
- * Fontes de alimentação de terceiros.

A figura 13 revela o aterramento temporário instalado no chamado ponto de entrega da concessionária. É importante lembrar que o aterramento temporário deve permanecer instalado durante toda a execução da obra.

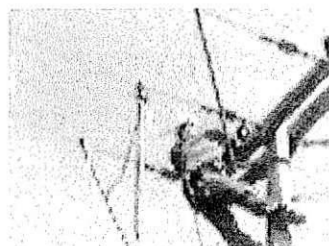


Figura 13-Foto: Aterramento Temporário instalado.

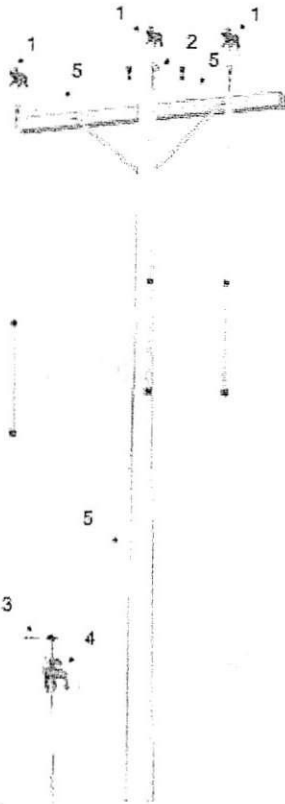


Figura 14- Aterramento Temporário de forma ilustrativa.

Observando a figura 14, temos:

1. Grampo de aterramento por torção, fixa em bastão de 25 mm x 1.250 mm de comprimento.
2. Trapézio de suspensão, para elevação simultânea dos grampos.
3. Trado de aterramento de aço cobreado \varnothing 17 mm x 1.500 mm de comprimento, com punho desmontável.
4. Grampo de fixação, para ser conectado ao trado de aterramento.
5. Cabo de cobre extraflexível, seção nominal de 25 mm², com isolamento em PVC transparente, sendo 2 lances de 2 m de comprimento, para interligação dos grampos de condutores ao trapézio (centro de terra) e um lance de 12 m para interligação do trapézio ao trado de aterramento.

Os Pótes Utilizados:

Neste dia, os postes já estavam engastados. Foram utilizados sete postes de concreto, seção duplo T, com as seguintes características:

- 1 Postes:

- * 11/300 (comprimento de 11 metros e com esforço de 300 daN);

- * Estrutura Primária N3.2.

- 1 Poste:

- * 11/300;

- * Estrutura Primária N3;

- * Estrutura Secundária S1A/3 (“/3” significa que o circuito secundário é trifásico);

- * Poste que foi instalado o transformador (112.5 kVA), pára-raios, medição e aterramento.

- 4 Postes:

- * 8/150;

- * Estrutura Secundária S1T/3.

- 1 Poste:

- * 8/300;

- * Estrutura Secundária S1A/3;

- * Possui uma malha de aterramento.

A finalidade da extensão da rede secundária pelos cinco postes (observar a planta baixa) foi de alimentar os seguintes equipamentos:

- Conjunto de Esteiras: cuja função é de carregamento do material estocado (ver figura 15) nos caminhões de transporte;

- Balança: para mensurar o valor da massa do material estocado a ser transportado;

- Bomba d'água: para umedecer o material estocado, evitando perdas causadas pelo vento da região.

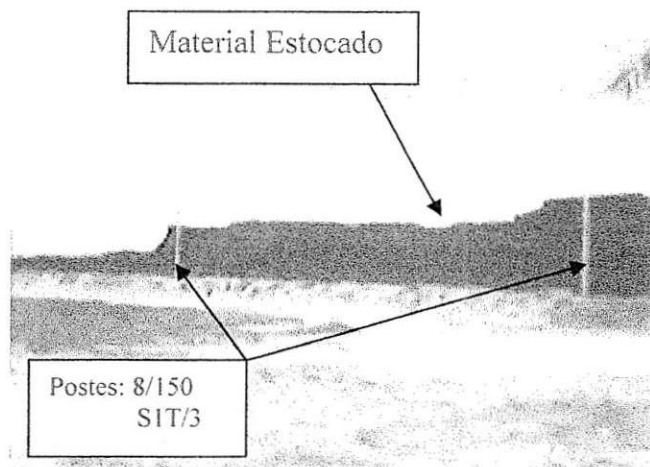


Figura 15-Foto: Material Estocado.

Os condutores:

Circuito Primário:

Foram utilizados cabos de alumínio CAA nus. Os condutores de alumínio CAA são formados por fios de alumínio encordoados concentricamente sobre uma alma de aço recoberta de alumínio. É usado como condutor aéreo de linhas de transmissão ou distribuição a serem instalados em ambientes agressivos, como próximo do mar (que é o caso da TECOP), lugares com alta poluição, etc.

Dimensionamento:

Os cabos utilizados no circuito primário possui a bitola igual a 2 AWG. O símbolo para sua representação no projeto é S3#2. A tabela 3 informa a equivalência entre as unidades mm^2 e AWG.

AWG	mm ²
30	0.05
28	0.08
26	0.14
24	0.25
22	0.34
21	0.38
20	0.50
18	0.75
17	1.0
16	1.5
14	2.5
12	4
10	6
8	10
6	16
4	25
2	35
1	50
2/0	70
3/0	95
4/0	120

Tabela 3-Equivalência entre as unidades AWG e mm².

Circuito Secundário:

Foram utilizados cabos multiplex trifásico (ver figura 16), que consistem em três condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação.

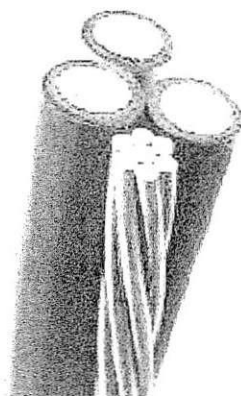


Figura 16-Foto: Cabos Multiplex Trifásicos.

Descrição dos condutores:

- Conductor fase: são cabos formados por fios de alumínio nu, encordoados. A isolação é constituída por termofixo (~~XLPE~~); ^{PVC}

A marcação de fases nos cabos multiplex podem ser encontrados nas seguintes maneiras:

* 111 ou Fase 1 ou Fase A ou sem frisos;

* 222 ou Fase 2 ou Fase B ou 1 friso;

* 333 ou Fase 3 ou Fase C ou 2 frisos.

- Conductor neutro: foi utilizado o cabo de alumínio CAA (com alma de aço);

Dimensionamento:

Os cabos utilizados no circuito secundário possui a bitola igual a 50 mm^2 , tanto os de fase como o neutro. O símbolo para sua representação no projeto é M3#50(50).

Chave Fusível:

Para proteção contra sobrecorrente foram utilizadas chaves fusíveis com tensão nominal de 15 kV e corrente de 100 A. O elo-fusível foi determinado para o transformador trifásico instalado na TECOP (112.5 kVA).

Segundo a tabela 1 o elo-fusível é do tipo 5H. O símbolo para sua representação no projeto é 3-100A/5H.

Transformador de Distribuição:

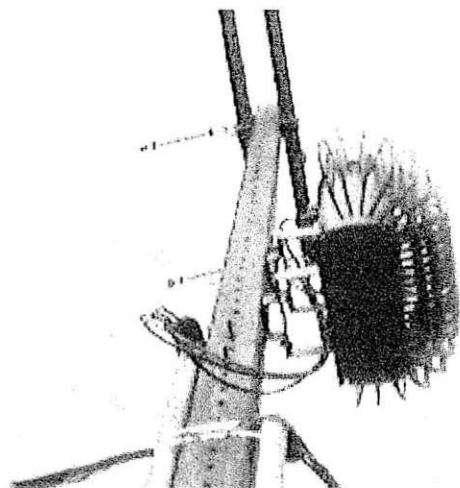


Figura 17-Foto: Transformador Trifásico de Potência igual a 112,5 kVA.

O transformador utilizado (ver figura 17) tem as seguintes características:

Fabricante: Cemec;

Potência: 112,5 kVA;

Fases: 3;

Ligação: Triângulo/Estrela;

Tipo: Aéreo Convencional;

Frequência: 60 Hz;

Tensão em A.T.: 13,8 a 12,6 kV;

Tensão em B.T.: 380/220 V;

Alta Tensão ligado em: 13,8 kV;

Baixa Tensão ligado em: 380 V;

Corrente em A.T.: 4,71 A;

Corrente em B.T.: 170,93 A;

Massa: 467 kg;

Estes dados foram retirados do relatório de ensaios do transformador fornecido pelo fabricante Cemec.

O valor da potência do transformador foi especificado a partir do cálculo da demanda. A carga total instalada na empresa é de $117,97 \text{ kW}$ ^{138,7 kVA}. Foi necessário converter a potência dos motores da unidade cv para kW, sabendo que $745.7 \text{ W} = 1.014 \text{ cv}$.

Com isso, calculou-se a demanda a partir da seguinte fórmula:

$$D = CI \times FD_{\text{máx.}} \quad (1)$$

CI → Carga Instalada;

FD → Fator de Demanda ^{máx.}

O valor do fator de potencia foi obtido através da tabela C, que está relacionado com o ramo de atividade que o consumidor exerce. Para o caso da TECOP, seu ramo de atividade foi considerando como “Beneficiamento e preparação de minerais não metálicos, não associados à extração”, no qual o fator de demanda associado é de 0.78.

Logo,

$$D = 117,97 \times 0,78 = 92,02 \text{ kVA}$$

^{108,76} ^{108,78 kVA}

De acordo com as especificações dos transformadores existentes no mercado, o transformador escolhido foi o de 112.5 kVA, que é exatamente o valor imediatamente superior ao calculado.

Proteção:

Para a proteção da instalação secundária, foi instalado um disjuntor trifásico de 175 A ao lado do medidor eletrônico trifásico, na caixa de medição padrão da SAELPA tipo CM-7. A figura 16 ^{em anexo,} ilustra o posicionamento da CM-7 em relação ao poste e as suas dimensões.

O dimensionamento do disjuntor foi obtido através da consulta a tabela 4.

TRANSFORMADOR KVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMO MAGNETICO C.C. DE 10kA	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1,0kV 90°C (mm ²)	ELETRODUTO		CONDUTOR PVC 0,6/1,0kV 70°C (mm ²)	ELETRODUTO	
	MEDIDOR	T.C.			PVC	AÇO		PVC	AÇO
75	Trifásico direto de 200A	-	125	S=35(25)	50	50	S=50(25)	75	55
112,5	Trifásico direto de 200A	-	175	S=70(35)	75	65	S=95(50)	85	80
150	Trifásico	200 : 5	225	S=120(70)	85	80	S=150(70)	100	90
225	Trifásico	200 : 5	350	S=240(120)	100	100	2X3=120(70)	2 X 100	2 X 90
300	Trifásico	400 : 5	450	2X3=120(70)	2 X 85	2 X 80	2X3=150(70)	2 X 100	2 X 90

Tabela 4- Dimensionamento do Disjuntor.

4.3 Instalação de um Banco de Capacitores em Baixa Tensão

Cliente:

A Plastex.

Atividade: Fabricação de granulados plásticos.

Finalidade do Projeto:

Instalação de um banco de capacitores em baixa tensão para melhoria do fator de potência nas instalações elétricas da empresa, que estava abaixo do valor mínimo estabelecido pela concessionária, que é de 0,92.

Embasamento teórico:

Correção do Fator de Potência:

As vantagens de elevar o fator de potência são tanto econômicas como operacionais.

Algumas vantagens são citadas a seguir:

- Redução das perdas de energia em cabos e transformadores, pela redução da corrente que passará por eles;
- Redução dos custos de energia elétrica, não só pela eliminação do ajuste na tarifa, imposta pela concessionária, como pela redução de perdas;
- Liberação da capacidade do sistema, permitindo a ligação de cargas adicionais, ou seja, aumento na capacidade de condução dos cabos e as capacidade disponível no transformador;
- Elevação dos níveis de tensão, melhorando o funcionamento dos equipamentos da instalação.

O fator de potência de uma instalação é interferido diretamente pelas cargas ligadas ao sistema elétrico. Serão citadas cargas que podem levar a um baixo valor do fator de potência:

- Motores de indução operando em vazio, com cargas abaixo da nominal ou sobre-dimensionados: estes motores consomem praticamente a mesma energia reativa, seja em vazio, seja operando a plena carga. Por outro lado, a energia ativa é diretamente proporcional à carga mecânica aplicado ao eixo do motor e, nestas condições, quanto menor a carga, menor a energia ativa consumida e menor o fator de potencia do motor;

- Transformadores operando em vazio ou com cargas muito abaixo de sua potência nominal;

- Lâmpadas de descargas;

- Tensão no motor acima da nominal: a potência reativa de um motor é proporcional ao quadrado da tensão aplicada, enquanto que a potencia ativa depende unicamente da carga mecânica aplicada ao eixo do motor, assim, quanto maior a tensão aplicada nos terminais do motor, maior será a energia reativa consumida e menor o fator de potência.

Métodos para correção do fator de potência:

Serão citados alguns métodos para a correção do fator de potência, entrando em detalhes apenas no método que foi utilizado na empresa Plastex.

- Aumento do consumo de energia ativa;
- Instalações de motores síncronos;
- Modificação da rotina operacional;
- Instalação de capacitores: esta foi à solução adotada para a correção do fator de potência nas instalações da empresa.

Cálculo da Potência do Banco de Capacitores:

Para determinar o valor da potência do banco de capacitores é necessário analisar o chamado Relatório da Memória de Massa do medidor da empresa fornecida pela concessionária (Saelpa).

Neste relatório estão contidos os valores da demanda ativa, reativa capacitiva e indutiva e fator de potência medida durante um mês em intervalos de 15 em 15 minutos.

Através da análise da memória de massa observou-se que a instalação opera com carga aproximadamente constante. Há períodos do ano em que as cargas ficam ligadas 24 horas por dia, dependendo da necessidade da empresa. Com isso, será calculada a potência para um banco de capacitor fixo através da conhecida formula:

$$Q_c = P(tg\phi_i - tg\phi_f) \quad (2)$$

Onde,

Q_c → Potência reativa (kvar) do banco de capacitor;

P → Demanda ativa (kW);

$tg\phi_i$ → Tangente do ângulo do fator de potência original da instalação;

$tg\phi_f$ → Tangente do ângulo do fator de potência desejada para a instalação;

Para os cálculos, foi necessário medir o valor da corrente de fase e tensão fase-fase durante o funcionamento normal das cargas. O valor obtido foi de 190 A e 380 V, logo podemos calcular a potência aparente:

$$S = V_l \times I_l \times \sqrt{3} \quad (3)$$

$$S = 125.05 \text{ kVA}$$

O valor do fator de potência da instalação é de 0.8 indutivo, então sabendo que:

$$P = S \times \cos \phi_i \quad (4)$$

Tem-se:

$$P = 100.04 \text{ kW}$$

A resolução 456/2000, de 29 de novembro de 2000, fixa o valor mínimo do fator de potência das instalações em 0.92, valor este que deve ser mantido tanto no posto indutivo como capacitivo. Mas, para questão de cálculo de correção do fator de potência as concessionárias sugerem um fator de potencia desejado 0.95, que seria uma tolerância admissível.

Retornando a equação (2), temos:

$$Q_c = 100.04 \times (\text{tg}36.87^\circ - \text{tg}18.19^\circ) = 42.16 \text{ kvar}$$

O valor da potência do banco de capacitor será de 45 kvar, que é o valor imediatamente superior ao calculado, na qual é encontrado comercialmente. Foram instaladas 9 células de 5 kvar. A ligação do banco de capacitores foi em delta, onde cada fase terá uma potência de 15 kvar.

Manobra e Proteção dos Capacitores:

Para a manobra dos capacitores foram utilizados contadores convencionais pertencente a categoria de utilização AC-6b. A especificação dos contadores esta indicada na tabela 5.

No momento da manobra o programador manda um sinal para os contadores, abrindo ou fechando os seus contatos. O programador (ver figura 16) foi ajustado para que os capacitores sejam ligados à instalação no período de 6 as 0 hora e desligado da 0 às 6 horas.

O período no qual o banco de capacitores está “fora” é exatamente o horário em que não é cobrado pela concessionária o faturamento da demanda de potência reativa excedente.

Modelo Contator CWM	VALORES DE POTÊNCIAS REATIVAS (kvar)			
	Tensão (V)			I (A) Contator
	220	380	440	
9	3,0	5,0	5,0	25
12	4,5	9,5	9,5	25
18	6,5	11,0	11,0	32
25	7,5	12,5	12,5	45
32	12,5	21,0	21,0	60
40	15,0	25,0	25,0	60
50	22,0	40,0	40,0	90
65	25,0	45,0	45,0	110
80	27,5	50,0	50,0	110
95	35,0	60,0	65,0	140
105	37,5	62,5	75,0	140
CW107	35,0	60,0	60,0	180
CW177	50,0	90,0	100,0	225
CW247	80,0	140,0	160,0	350

Tabela 5–Especificação dos Contatores.

Para a proteção dos capacitores foi utilizado um disjuntor tripolar de 115 A, que pode ser calculado da seguinte forma:

$$I_{prot} = 1.65 \times I_{nc} \quad (5)$$

$$I_{nc} = \frac{Q_c (k \text{ var}) \times 1000}{\sqrt{3} \times V_{FF}} \quad (6)$$

I_{nc} → Corrente nominal do capacitor.

I_{prot} → Corrente de proteção.

Calculando, temos que $I_{nc} = 68.37$ A e $I_{prot} = 112.81$ A.

Então, foi escolhido o valor do disjuntor igual a 115 A, que é exatamente o valor imediatamente superior ao calculado.

Pode ser visto na figura 18 o banco de capacitores instalado na Plastex.

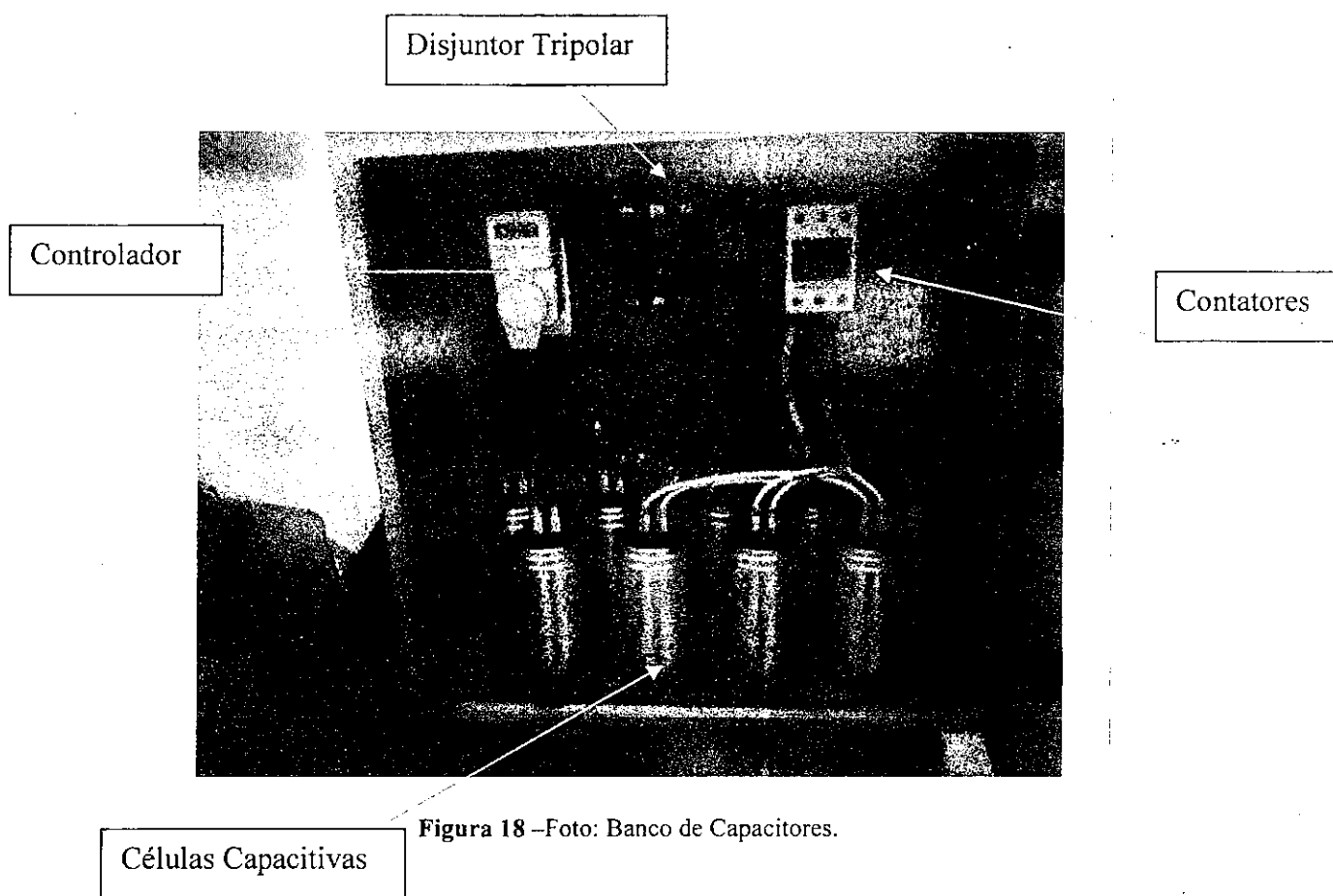


Figura 18 –Foto: Banco de Capacitores.

A figura 19 revela o técnico ajustando o programador. Foi ajustadas a data e hora daquele momento e também a hora em que ocorria a manobra dos capacitores, já mencionadas no texto acima.



Figura 19-Foto: Ajustando o Programador.

Especificações do Programador:

- * Fabricante: ICEL;
- * Referência: TI-12 A;
- * Tensão nominal: 127/220 V;
- * Frequência: (50/60 Hz);
- * 12 programas por dia com contagem regressiva;
- * Modo de alarme: de 1 a 59 segundos;
- * Exatidão: 5 min/ano;

4.4. Acompanhamento da reforma das escolas municipais de João Pessoa.

Esta atividade não será descrita pelo fato de estar em andamento.

Cliente:

Prefeitura Municipal de João Pessoa

Finalidade do projeto:

A finalidade é de fazer um levantamento da rede elétrica existente nas Escolas Municipais de João Pessoa (22 no total), através de visitas técnica, e propor modificações, se necessário, com a finalidade de enquadrar a instalação da rede elétrica dentro da norma NBR- 5410, da ABNT, para as instalações elétricas de baixa tensão, e da norma de distribuição unifica NDU-001, para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária.

5. Conclusão

As atividades realizadas contribuíram para colocar em prática os conceitos, teorias e fórmulas conhecidas durante os estudos nas disciplinas teóricas, entre elas: instalações elétricas, sistemas elétricos, análise de sistemas elétricos, equipamentos elétricos, máquinas elétricas.

O estágio também teve como importância a convivência com o trabalho em grupo, onde existiam profissionais de diferentes áreas, adquirindo experiência e conhecimentos necessários para o início da vida profissional.

6. Referências Bibliográficas:

- Norma de Distribuição Unificada (NDU-001). *Sistema Cataguazes-Leopoldina*.
- Norma de Distribuição Unificada (NDU-002). *Sistema Cataguazes-Leopoldina*.
- Norma de Distribuição Unificada (NDU-004). *Sistema Cataguazes-Leopoldina*.
- Norma Técnica de Distribuição (NTD-004). Outubro de 2000. *CELB*.
- Manual para Correção do fator de Potência. *Weg*;
- Correção do fator de Potência. Treinamento Técnico. *Siemens*;
- Instalações Elétricas, 14.^a edição. *Hélio Creder*. Rio de Janeiro. 2000.

Anexo

Tabela A – Padronização dos postes utilizados em área rural e urbana.

Comprimento do Poste	Resistência Nominal - daN	
	Concreto Circular	Concreto duplo T Face (a/b)
9	150	75/150
	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
10	150	75/150
	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
11	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
12	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
13	----	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
15	----	300/600
	----	500/1000
17	----	300/600
	----	500/1000

Tabela B-Material para a construção da rede de alimentação da Tecop.

Item	Material
1	Alça Preformada de 35 mm ²
2	Armação de 2 estribos
3	Arruela quadrada 38 mm com furo 18mm
4	Cabo Aço ¼"
5	Cabo alumínio 2 CAA
6	Cabo multiplex 3x1x50+50mm
7	Conector de perfuração de 35mm-95mm
8	Cruzeta tipo T 1,90 m
9	Gancho suspensão para 5000 kg
10	Haste de terra para 16x3000 mm
11	Isolador Pino p/15 kV
12	Isolador Roldana
13	Isolador suspensão p/ 15 kV- Polimérico
14	Manilha-sapatilha p/ 5000 kg
15	Olhal de aço forjado p/ 5000 kg
16	Massa calafetar
17	Parafuso de maq. 16x250 mm
18	Parafuso de maq. RD 16x450 mm
19	Parafuso de maq. 16x70 mm
20	Pino de aço para isolador
21	Poste 11/300
22	Poste 8/150
23	Poste 11/300
24	Suporte para Trafo
25	Terminal de compressão p/ cabo 95mm
26	Transformador trifásico 112,5 kVA
	Para Medição
27	Arruela de alumínio 4"
28	Bucha de alumínio 4"
29	Cabo de cobre isolador PVC 50mm ²
30	Cabo de cobre isolador PVC 95mm ²
31	Caixa de medição tipo CM-7
32	Haste de terra cobreada 16x3000mm
33	Cabo de cobre nu 50 mm ²
34	Conector para haste de terra
35	Caixa de inspeção
36	Capacete de alumínio de 4"
37	Curva aço galvanizado 4"
38	Curva aço galvanizado 1 ½"
39	Disjuntor trifásico 175 A
40	Eletroduto aço galvanizado 4"
41	Fita de aço inoxidável ¾"

42	Luva aço galvanizado 4"
43	Massa para calafetar
44	Mureta em alvenaria
45	Presilha para fita aço inox
46	Terminal compressão para cabo 95mm ²

Memorial Descritivo – Projeto da TECOP

Título do Projeto: Construção da RD para atender a TECOP - Terminal de Estocagem			
Localidade: Cabedelo – PB		Data: 30/06/2006	
Responsável Técnico: Dario Ferreira Nunes			
Finalidade: Suprir em tensão primária 13.8 kV a TECOP - Cabedelo			
CIRCUITO PRIMÁRIO (13,8 kV)			
Extensão (km): 0.50			
Tipo e Bitola dos condutores (AWG): S3#2			
Extensão removidas ou deslocadas (km): 0.03			
CIRCUITO SECUNDÁRIO (380/220 V)			
Extensão (km): 0.15			
Tipo e Bitola dos condutores(mm ²): M3#50(50)			
Extensão removidas ou deslocadas (km):0.0			
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO			
Quantidade: 1	() monofásico (x) trifásico		
Potência (kVA): 112.5	Potência total instalada (kVA): 93 kVA		
Transformadores removidos ou deslocados: 1 (75 kVA)			
PROTEÇÃO			
Quantidade de Chaves Fusíveis 15 kV, 100 A: 3			
Quantidade de Pára-raios de 15 kV, 10 kA, ZnO 3			
EQUIPAMENTOS ESPECIAIS - CARACTERÍSTICAS			
Religadores: 0			
Seccionalizadores: 0			
Banco de Capacitores: 0			
POSTES			
Tipo: B	Altura (m): 11 8	Esforço: 300 150	Quantidade: 7
ESTRUTURAS			
AT (Tipo e quantidade): N3.2 - 1 N3 - 1			
BT (Tipo e quantidade): S1A - 2 S1T - 4			
ILUMINAÇÃO PÚBLICA			
LUMINÁRIA:	Tipo: 0	Quantidade: 0	
LÂMPADA:	Tipo: 0	Potência: 0	Quantidade: 0
ESTRUTURAS			
AT (Tipo e quantidade): 0			
BT (Tipo e quantidade): 0			
QUANTIDADE DE CONSUMIDORES:			
Reais: 1		Potenciais: 1	
ORÇAMENTO DE CUSTO (R\$)			
Rede Distribuição: R\$ 19.549,57 (em material)		Iluminação Pública: 0	

Quadro de Carga – Projeto da TECOP

QUADRO GERAL DE CARGAS

OBRA: Extensão de Rede TECOP
 LOCAL: Cabedelo - PB

CIRC	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (cv)	CONDUTOR (MM2)	PROTEÇÃO (A)	PARTIDA MOTORES	FASE (kW)
01	MOTOR	50,00	25,00	100,00	COMPENS.	R/S/T
02	MOTOR	20,00	16,00	50,00	COMPENS.	R/S/T
03	MOTOR	15,00	16,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
04	MOTOR	10,00	16,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
05	MOTOR	10,00	16,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
06	MOTOR	7,50	16,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
07	MOTOR	7,50	16,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
08	MOTOR	5,00	6,00	30,00	EST/TRIANG	R/S/T
09	MOTOR	5,00	6,00	25,00	DIRETA	R/S/T
10	MOTOR	5,00	6,00	25,00	DIRETA	R/S/T
11	MOTOR	5,00	6,00	25,00	DIRETA	R/S/T
CARGA TOTAL INSTALADA:						140,00

