

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ESTÁGIO SUPERVISIONADO
RELATÓRIO

EMPRESA: COMPANHIA DE ELETRICIDADE DA BORBOREMA

CELB

ORIENTADOR: PAULO DE TARSO MEDEIROS
ESTAGIÁRIO: JOÃO FERNANDES DE LIMA NETO



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

sumário

1 - Introdução	01
1.1 - Histórico da Empresa	01
1.2 - O Sistema CELB	01
2 - Atividades Desenvolvidas	
2.1 - Departamento de Estudos e Projetos	02
3 - Atividades Desenvolvidas	03
3.1 - Projeto de Rede de Distribuição	04
4 - Departamento de Manutenção da Distribuição	09
5 - Departamento de Medição	14

I - INTRODUÇÃO

Esse relatório tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado realizado na Companhia de Eletricidade da Boroborema (CELB) durante o período de 02 de Janeiro a 1 de Fevereiro de 1996.

O estágio foi realizado nos seguintes Departamentos:

- Departamento de Estudos e Projetos (DPEP)
- Departamento de Medição (DPME)
- Departamento de Manutenção da Distribuição (DPMD)

I.1 - HISTÓRICO DA EMPRESA

A Companhia de Eletricidade da Boroborema (CELB) foi criada em 08 de Setembro de 1966 com a finalidade de distribuir energia elétrica ao Município de Campina Grande. Atualmente, a CELB é responsável pelo fornecimento de energia elétrica aos municípios de Campina Grande, Queimadas, Lagoa Seca, Fagundes, Massaranduba, Boa Vista e aos distritos de Galante e São José da Mata.

A estrutura administrativa da empresa é constituída pela Presidência a qual estão diretamente vinculadas a Assessoria Jurídica, Assessoria Administrativa, Diretoria Econômico-Financeira e Diretoria Técnica.

A Diretoria Técnica é composta pelos seguintes Departamentos:

- Departamento de Estudos e Projetos (DPEP)
- Departamento de Operação da Distribuição (DPOD)
- Departamento de Manutenção da Distribuição (DPMD)
- Departamento de Engenharia e Estudos (DPEE)
- Departamento de Medição (DPME)
- Departamento de Construção (DPCT)

I.2 - O SISTEMA CELB

O sistema CELB é alimentado por 3 (três) subestações abaixadoras 69/13.8 KV que pertencem à Companhia Hidro-Elétrica do São Francisco (CHESF) de onde partem 12 (doze) alimentadores dispostos da seguinte maneira:

2.1 - DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJETOS (DPEP)

A função do Departamento de Estudos e Projetos é realizar projeto de rede de distribuição de energia elétrica na área de concessão da CELB, projetar reformas em projetos de redes urbanas e em redes rurais e verificar se os projetos executados por terceiros estão dentro das normas exigidas pela CELB.

O DPEP está dividido em duas divisões: uma urbana e outra rural. Cada Divisão possui um Engenheiro responsável, desenhistas e topógrafos.

Neste Departamento foram analisados vários projetos de redes de distribuição urbana e de redes rurais já existentes. Em seguida foram feitos alguns projetos: Um projeto de rede distribuição do Loteamento Jardim Verdejante e do Loteamento Bento Figueiredo. Todos os projetos foram realizados baseados nas Normas de Projetos de Redes de Distribuição de Energia Elétrica e dos procedimentos para construção de Redes de Distribuição.

A seguir, encontra-se em detalhes a realização do projeto da rede de distribuição do Loteamento Bento Figueiredo. Em anexo encontra-se a planta-baixa, as relações quantitativas e qualitativas do material e os cálculos de queda de tensão das subestações desses projetos. Todos os projetos foram feitos com base nas normas CELB.

2.1.1 - APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

Nessa seção encontra-se apresentado em detalhes os passos para a realização de um projeto de distribuição urbano Loteamento Bento Figueiredo.

- Projeto de Rede de Distribuição de Energia Elétrica do Loteamento Bento Figueiredo

Os projetos de redes de distribuição urbana devem apresentar os seguintes itens:

- Memorial Técnico Descritivo

O memorial técnico-descritivo desse projeto encontra-se logo abaixo e deve conter a localização do projeto a ser executado, identificação da rede existente à qual a rede projetada será ligada, a potência a ser instalada, a carga que deve ser alimentada e os serviços que devem ser executados.

1. Introdução

- Subestação Campina Grande I (CGU-CHESF)

Localizada no bairro de José Pinheiro com 35 MVA de potência instalada contando com cinco alimentadores:

1. 01L1
2. 01L2
3. 01L3
4. 01L4
5. 01L5

- Subestação Campina Grande II (COD-CHESF)

Localizada no bairro do Velame com 25 MVA de potência instalada contando com três alimentadores:

1. 01V1
2. 01V2
3. 01V3

- Subestação Bela Vista (BVT-CHESF)

Localizada no bairro de Bela Vista com 20 MVA de potência instalada contando com quatro alimentadores:

1. 01M1
2. 01M2
3. 01M3
4. 01M4

Esses alimentadores estão dispostos de maneira radial com recursos que permitem a transferência de carga de um alimentador para outro através de comutação manual. Utiliza-se chaves a óleo e chaves fãca, que permitem uma melhor continuidade no fornecimento de energia aos consumidores.

3 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Nessa seção serão apresentados o Departamento de Estudos e Proteção, que tivemos a oportunidade de acompanhar e participar das atividades desempenhadas. Apresenta-se a seguir as funções, corpo técnico e as atividades desenvolvidas.

3.1 - Projeto de Rede de Distribuição de Energia Elétrica do Loteamento Bento Figueiredo

Os projetos de redes de distribuição devem apresentar os seguintes itens:

- Memorial Técnico Descritivo:

O memorial técnico descritivo deste projeto encontra-se logo abaixo e deve conter: a localização do projeto a ser executado, identificação da rede existente a qual a rede projetada será ligada, a potência a ser instalada, a carga que deve ser alimentada e os serviços que devem ser executados.

1 - Introdução

Este projeto tem como finalidade suprir de energia elétrica o loteamento Bento Figueiredo localizado na cidade de Campina Grande - PB, conforme planta de situação anexa.

2 - Características do Projeto

2.1 - Rede de Alta Tensão

- Tensão Nominal: 13.800 volts
- Circuito: Trifásico
- Condutor: Cabo CAA-4AWG
- Extensão: 1.890 m
- Posteação: Indicada no projeto

2.2 - Rede de Baixa Tensão

- Tensão Nominal: 380/220 volts
- Circuito: Trifásico
- Condutor: Cabo CA-1/0 AWG e CA-4 AWG
- Extensão: 16.490 m
- Posteação: Indicada no projeto
- Estrutura: V5 (3 fases, neutro e IP)

2.3 - Subestação Transformadora

- Potências Nominais: 45 KVA (indicadas no projeto)
- Classe: 15 KV
- Frequência: 60 Hz
- Tensão Primária: 13.800/13.200/12.600 volts, ligação delta
- Tensão Secundária: 380/220 volts, ligação Y com neutro aterrado

- Instalação: Em poste duplo T

2.4 - Iluminação Pública

- Luminária: tipo Bip - 40, c/ braço
- Lâmpada: a vapor de mercúrio, de 80 W
- Reator: alto fator de potência
- Comando: em grupo, através de chave p/ comando de I.P.

3 - Proteção

Proteção contra sobre corrente: instalação de chaves corta circuito fusíveis conforme indicadas no projeto.

4 - Relação Quantitativa e Qualitativa do material

A relação quantitativa e qualitativa do material foi feita através de um software existente no DPEP. Para fazer a relação é preciso apenas colocar-se um título ao projeto, a quantidade de cada estrutura de Alta Tensão e Baixa Tensão, a quantidade de cada tipo de poste utilizado, a quantidade de cada tipo de cabo utilizado (em Kg) e a quantidade dos demais materiais utilizados: chave fusível, subestações, aterramentos, flais, etc.

Deve-se salientar que a relação quantitativa e qualitativa do material utilizado encontra-se em anexo.

5 - Cálculo de queda de tensão

Faz-se o cálculo de queda de tensão para conjuntos residenciais com a finalidade de localizar os transformadores, fazendo com que o sistema permaneça em estabilidade assim como que a queda de tensão ultrapasse os níveis aceitáveis.

Para efeito do cálculo de queda de tensão deve-se considerar como carga residencial, após a utilização do fator de demanda e do fator de diversidade, os seguintes valores:

- Tipo A: Classe Média Alta: 1,5 KW/residência
- Tipo B: Classe Média: 0,8 KW/residência
- Tipo C: Classe Popular: 0,35 KW/residência

As planilhas de cálculo de queda de tensão para os três transformadores utilizados neste projeto encontram-se em anexo. Os cálculos foram feitos considerando-se uma carga residencial Tipo-C (Classe Popular). As planilhas apresentam a localização de cada transformador separadamente e a sua área de domínio com todos os postes ligados a ele.

Deve-se observar, também, que em cada poste encontra-se indicada a demanda solicitada. Para os pontos iniciais e finais dos trechos onde se quer realizar o cálculo de queda de tensão são colocadas letras maiúsculas. As letras são colocadas também nas divisões de anéis fechados. Os transformadores devem ser colocados nos centros de carga.

As planilhas mostram também, uma tabela ilustrando os cálculos de queda de tensão de cada trecho e a queda de tensão total no final do trecho. A tabela apresenta 9 (nove) colunas descritas a seguir:

- A - trecho onde foi calculada a queda de tensão
- B - comprimento do trecho em metros, dividido por 100
- C - carga entre os dois pontos (inicial e final) do trecho
- D - carga acumulada no final do trecho
- E - $(C/2 + D)*B$
- F - descrição do número de fases e tipo de cabo utilizado
- G - constante utilizada no cálculo, para cada tipo de cabo
- H - $E \times G$
- I - queda total no trecho

A queda de tensão não deve ultrapassar em hipótese alguma o nível de 5%, que é o nível máximo aceitável.

- Planta Baixa com o projeto executivo na escala de 1:1000

A planta baixa deste projeto, encontra-se em anexo.

O projeto iniciou-se, com o dimensionamento das subestações, que foi feito com base na carga residencial Tipo-C (Classe Popular). Inicialmente, foi contado o número de lotes existente na planta baixa. Considerando-se um consumo de 0,35 KW/lote acrescentada uma margem para o consumo de I.P. A partir do consumo total do loteamento chega-se à conclusão de que seriam necessários 3 transformadores de 45 KVA cada para atender a demanda do mesmo.

Após saber-se da quantidade de transformadores que seriam utilizados, foram determinados pontos estratégicos para a localização dos mesmos. Os transformadores projetados devem também ficar o mais próximo possível da rede de alta tensão já existente nas proximidades do loteamento. Isto para evitar maiores gastos, visto que os materiais de Alta Tensão são mais caros que os de Baixa Tensão. As chaves fusível para proteção dos transformadores foram colocadas ou em postes antes dos transformadores (Transformadores com Chave na Linha - TCL) ou no próprio poste do transformador (TSL). Cada transformador é aterrado e a indicação dos aterramentos estão indicadas nos postes de cada transformador.

Definidas as posições dos transformadores foram localizados então os demais postes do loteamento e os trechos de alta e baixa tensão. Os postes já existentes são indicados com

quadrados ou ovais cheios e os postes projetados com quadrados ou ovais brancos. Os postes cujo esforço seja menor, independentes da sua altura (postes de 150 e 200 Kgf), são indicados por quadrados e os de esforço maior (postes de 300 Kgf), na forma oval. Os postes com maior esforço são utilizados nas estruturas que irão suportar algum equipamento como transformador, chave fusível, etc., em locais onde encontra-se um ângulo ou em finais de linhas. Os postes de menor esforço são utilizados nos demais casos. Os postes representados na forma oval são colocados com a indicação dos lados de maior tração. Os trechos de A.T. são indicados com linhas tracejadas e os de B.T. com linhas contínuas. Nos finais das áreas de domínio dos transformadores e nos finais de linhas de A.T. são colocadas setas. Nos trechos de saída dos transformadores deverão ser usados cabos CA 1/0 AWG.

Determinada a locação de todos os postes e os trechos de alta e baixa tensão foram colocadas então a nomenclatura 11/300 N2 VF5.VF5 indicada que ele é um poste de 11 metros de altura com um esforço de 300 Kgf, sua estrutura de alta tensão é do tipo N2 (padrão CELB) e sua estrutura de baixa tensão são dois finais de linha verticais com cinco cabos cada um (VF5.VF5), sendo três fases, um neutro e uma fase para iluminação pública. Um outro poste com nomenclatura 9/150 V5 indica que ele é um poste de 9 metros de altura, com esforço de 150 Kgf, não possui estrutura de alta tensão e sua estrutura de baixa tensão possui 5 cabos na vertical (V5). Os trechos com demanda baixa possuem apenas uma estrutura de baixa tensão (V3) que é uma fase, um neutro e o comando de I.P.

Após colocadas as nomenclaturas de todos os postes foram determinadas as localizações das chaves para comando de I.P. e dos demais aterramentos do projeto. Na entrada da linha de alta tensão no loteamento foi colocada uma chave fusível, com a finalidade de não ser necessário o desligamento de toda a rede de A.T. fora do loteamento, em caso de reparos feitos no interior do mesmo.

Para que o trabalho se configure completo, faz-se necessário citar as atividades desenvolvidas pelo Departamento de Construção, tendo-se em vista que o mesmo constitui-se no agente aplicador e executor dos projetos levantados pelo Departamento de Estudos e Projetos. Assim, algumas características na execução se faz importante lembrar:

A - Locação das Estruturas:

A.1 - Projetos Urbanos

- locação da posteação do lado da rua com maior número de edificações
- locação da posteação na divisa dos lotes
- locação da posteação do lado oposto a posto de combustível, parques e praças
- distância máxima entre postes de 40 metros (quarenta metros) para rede de baixa tensão em cabo de 4 AWG e de 34 metros (trinta e quatro metros) para redes de baixa tensão em cabo 1/0 AWG
- distância mínima de 6 metros (seis metros) de esquinas

A.2 - Projetos Rurais

- procurar uniformizar a distribuição das estruturas de modo a se obter vãos da mesma ordem de grandeza
- observar os espaçamentos mínimos adotados pela empresa. Vão máximo de rede de baixa tensão de 60 m (sessenta metros)
- evitar o emprego de fundações e estruturas especiais; evitar locar a estrutura próxima a córregos e rios, em brejos ou em locais que existam floramentos rochosos ou erosões
- locar as estruturas fora da faixa de domínios de ferrovias, rodovias e linhas de transmissão

B - Profundidade de Engastamento

- A profundidade de engastamento do poste é determinada pela fórmula:

$$P=(L/10 + 0,60) \text{ metros}$$

onde,

P = profundidade de engastamento

L = comprimento do poste

- A forma da estrutura é um fator importante na fundação. Falhas nas estruturas podem ocorrer por recalques excessivos ou por acomodações da fundação
- O engastamento deve ser concretado quando tem-se poste de fim de linha, poste em ângulo e quando na escavação for utilizado explosivo (lado de maior esforço suportável) na direção do maior esforço mecânico resultante da rede.

C - Altura dos Postes

C.1 - Projetos Urbanos

- Altura Mínima de 10 metros para rede de alta tensão
- Altura Mínima de 8 metros para rede de baixa tensão

C.2 - Projetos Rurais

- Altura Mínima de 10 metros para rede de alta tensão
- Altura Mínima de 8 metros para rede de baixa tensão trifásica e de 7 metros para rede de baixa tensão monofásica

D - Cabos

D.1 - Projetos Urbanos

- rede de baixa tensão trifásica em área de transformador com potência igual ou superior a 45 KVA deverá ter bitola de 1/0 AWG nas três fases de saída do transformador até as principais derivações

- todo ramal de alta tensão com perspectiva de crescimento de carga industrial ou de alta densidade demográfica será projetado com bitola mínima de 1/0 AWG.

D.2 - Projetos Rurais

- cabo CAA - AWG para rede de alta tensão e cabo CA-AWG para rede de baixa tensão

- altura de segurança no ponto de flecha máxima para rede de alta tensão é de 75 metros sobre rodovias ou ferrovias e de 6 metros nos demais casos. Para rede de baixa tensão é de 7 metros sobre rodovias ou ferrovias e de 6 metros nos demais casos.

Vale salientar, ainda, que a construção de redes consiste em fundação de postes, de todos os equipamentos como cruzeta, transformadores, pára-raios, chave à óleo, chave fusível, chave-faca, isoladores, estais, pinos, conectores, etc.

Devemos citar ainda o lançamento de cabos e as estruturas. todos esses trabalhos devem obedecer às Normas de Projetos de Redes de Distribuição de Energia Elétrica.

As estruturas utilizadas em sistemas trifásicos são:

- estruturas de montagem utilizadas em redes de alta tensão

- TFL - transformador instalado no final da rede de alta tensão

- TSL - transformador instalado sob a rede de alta tensão

- TDL - transformador em derivação de rede de alta tensão

4 - Departamento de Manutenção da Distribuição

Esse departamento tem por função realizar os serviços de manutenção preventiva e corretiva, programadas ou não, de todo o sistema CELB, atendendo a solicitações vindas do COD (Central de Operação e Distribuição), e das inspeções realizadas periodicamente no sistema. Sendo esta realizadas pelo referido departamento.

O corpo técnico do departamento consiste em um engenheiro responsável pelo departamento DPMD, por um engenheiro responsável pela Divisão de Manutenção e pela

seção de iluminação (IP) e pela Seção de Oficina e Recuperação, pelos eletrotécnicos, pelos eletrônicos e pelos eletricitistas.

As atividades desenvolvidas pelo estagiário foram de acompanhamento de inspeção visual de rede de baixa tensão e de rede de alta tensão.

A inspeção é das atividades mais importantes no processo de manutenção de energia elétrica já que quando feita de maneira organizada, o número de consumidores com problema no fornecimento de energia elétrica diminui bastante.

3.1 - Processo de Inspeção

3.1.1 - Hierarquização

O primeiro passo para inspeção é a determinação da Hierarquização da rede de distribuição, ou seja, pela ordem de importância dos alimentadores. Esta prioridade é determinada através de um conjunto de variáveis às quais são associadas a fatores de ponderação. As variáveis a serem consideradas são:

- a - carregamento máximo
- b - número total de consumidores
- c - consumo total
- d - consumidores com prioridade de atendimento

3.1.2 - Procedimento para a Inspeção

Determinada a prioridade dos alimentadores a serem inspecionados o próximo passo consiste na inspeção visual programada ou na inspeção visual não programada.

A inspeção visual programada consiste naquela em que é realizada pelo técnico munido de um binóculo ou a olho nu que tem por objetivo obter uma avaliação geral das condições das instalações da rede de distribuição. A inspeção visual não programada é realizada logo após a ocorrência de desligamentos transitórios e sucessivos.

O programa de inspeção visual deve ser feito tendo-se por base a hierarquização das redes de distribuição. Desta forma, na elaboração, devemos levar em consideração os seguintes aspectos:

- época do ano mais favorável à inspeção
- aproveitamento de desligamentos programados

- acesso ao local de inspeção
- disponibilidade de recursos para a inspeção

A periodicidade da inspeção está intrinsecamente relacionada à capacidade das turmas de manutenção em executar seus programas de manutenção. Existem, no entanto, redes de distribuição na área atendida, que, por apresentarem características especiais, deverão ser mais inspecionadas e, em consequência, receber maior atenção quanto à manutenção, como por exemplo o atendimento a cargas importantes e eventos especiais.

O roteiro da inspeção inicia-se pelo local de implantação de postes, observando o sentido ascendente às estruturas de sustentação das redes secundárias e primárias. Desta forma, os itens a serem observados constituem-se em:

a) Postes

- Numeração do poste

O número que estiver apagado totalmente ou parcialmente em estruturas com equipamentos de transformação, manobra, medição e proteção, deve ser identificado para ser pintado novamente.

- Erosão no terreno

Anotar sempre que águas estiverem atingindo perigosamente a base do poste

- Poste fora de alinhamento

O poste que estiver fora do alinhamento sem motivo justificável, deverá ser corrigido; os postes devem ser erguidos verticalmente, sendo que uma vez fletidos, suas flechas não devem exceder os limites recomendáveis pelas normas específicas.

- Poste com Rachadura

Deverão ser anotados os casos de rachaduras pronunciadas

- Poste com ferragens expostas

O técnico deve julgar criteriosamente, se está comprometendo a segurança do mesmo

- Necessidade de substituição do poste

O técnico deve recomendar os postes nos casos em que o mesmo não tem mais condições de uso, devendo anotar a altura, o esforço, o tipo e barramento.

- Engastamento

O técnico deve observar se a profundidade do poste está correta

- Existência de enxames de abelhas ou plantas trepadeiras
Deve ser anotada a existência dos mesmos

b) Cruzetas

- Nivelamento

A cruzetas inclinadas ou deslocadas da posição normal, devem ser anotadas para correção

- Substituição

Deverão ser substituídas as cruzetas que apresentem rachaduras ou ferragem acentuadas ou queimadas

c) Ferragens

- Quanto à integridade, ferragens e fixação dos seguintes materiais
- Pinos
- Olhais
- Parafusos
- Porcas
- Arruelas
- Cintas
- Armações
- Chapas para Fixação

d) Isoladores

Os isoladores que estiverem chamuscados, rachados, trincados, quebrados ou tenham qualquer outro defeito terão que ser substituídos

e) Condutores

Flechas dos condutores que se afastarem dos padrões recomendados

f) Conexões Defeituosas

Conexões inadequadas

g) Aterramento

- Anotar quaisquer irregularidades nos aspectos mecânicos da ligação à terra
- Continuidade do circuito, desde à conexão superior do componente a ser aterrado até à terra
- Verificar o tipo de material utilizado e a seção do condutor, obedecendo ao padrão da empresa
- Nos casos em que a descida é externa ao poste (poste duplo T de concreto), verificar se o condutor está fixo ao mesmo

h) Estais

- Devem ser anotadas quaisquer anormalidades, bem como a proximidade dos mesmos a condutores energizados, o tensionamento e o aperto dos prensa-fios ou alças pré-formadas.

i) Pára-raios

- Anotar os locais que faltam pára-raios
- Verificar a existência de pára-raios quebrados
- Verificar a posição da cruzeta quanto a afastamentos
- Verificar as condições de ferragem de sustentação
- Verificar a poluição ambiental

j) Chaves Fusíveis e Faca

- Posição na cruzeta
- Integridade do circuito
- Condições de ferragens do isolador, do cartucho porta-fusível, do conector dos contatos, da base, dos isoladores, das lâminas e dos terminais
- Conexões inadequadas e defeituosas

l) Chaves a Óleo

- Existência de vazamento de óleo
- Integridade física das buchas e ligações
- Estado da carcaça
- Bandeirola de Sinalização
- Aterramento
- Mecanismo de contato

m) Transformador

- Integridade física das buchas e ligações
- Existência de vazamento de óleo
- Condições físicas da ferragem de fixação
- Estado Geral de Conservação
- Número de ordem do patrimônio
- Aterramentos
- Poluição ambiental nas buchas

n) Religadores

- Existência de vazamento de óleo
- Estado de pintura
- Presença de ferrugem
- Integridade das buchas
- Aterramento
- posição ambiental

o) Seccionadores

- Existência de vazamento de óleo
- Bandeirola de sinalização
- Posição de Alavanca de proteção
- Integridade das buchas e das ligações
- Aterramento
- Estado geral de conservação

p) Ramais de Ligação

- Altura Mínima admissível
- Afastamentos
- Necessidade de podas de árvores
- Integridade dos isoladores
- Conexões e emendas

q) Iluminação Pública

- Integridade dos componentes
- Continuidade das ligações
- Lâmpadas quebradas ou roubadas
- Lâmpadas acesas no período diurno
- Lâmpadas apagadas no período noturno

r) Poda de árvores

- A presença ou proximidade de ramos ou galhos de árvores juntos à rede de distribuição

s) Reguladores e bancos de capacitores

- Estado da carcaça
- Vazamento de óleo
- Integridade das buchas e ligações
- Aterramento

5 - Departamento de Medição

O Departamento de Medição da CELB é o órgão responsável tecnicamente por todos os equipamentos e especificações para medição de energia elétrica para fins de faturamento.

Os principais serviços de sua responsabilidade são, em resumo, os seguintes:

1.1 - Manutenção dos medidores retirados das instalações do consumidor para fins de recalibração e recondicionamento

1.2 - Instalação de medidores aos consumidores para fins de faturamento

1.3 - Registrar mensalmente o consumo de energia elétrica dos consumidores para fins de faturamento

1.4 - Aferição de medidores

5.1 - Classificação dos consumidores para efeito de medição

- Primários: Denominam-se consumidores ou do grupo "A", aqueles que, tendo subestações transformadoras próprias, recebem energia elétrica individualmente, no circuito primário de distribuição

Estarão enquadrados nesta classificação, os consumidores cuja potência instalada seja superior a 50 KW, tendo fornecimento em sistema trifásico a 3 fios na tensão de 13.8 KV e a demanda de potência não ultrapassar 2500 KW.

- Secundários: Denominam-se consumidores secundários ou do grupo "B", aqueles que, recebem energia elétrica no circuito secundário (380/220) V, de uma subestação transformadora da CELB, isolada ou simultaneamente com outros consumidores. Estarão enquadrados nesta classificação, os consumidores cuja potência instalada seja no máximo igual a 50 KW, tendo fornecimento em sistema monofásico a 2 fios desde que não ultrapasse 8 KW, potências superiores a 8 KW e inferiores ou iguais a 50 KW serão fornecidos em sistemas trifásicos e 4 fios.

a) A CELB poderá, em casos eventuais, estender ou reduzir os limites fixados neste item, dependendo das condições técnico-econômicas do sistema.

b) Terão fornecimento trifásicos a 4 fios (380/220) V os consumidores que possuam nas suas instalações, aparelhos que operem sob tensões elevadas, por exemplo raio "X" ou fogão (ou ferro elétrico com mais de 3 KW). Solda elétrica, ou motor com mais de 2 HP.

c) A CELB, a seu critério poderá efetuar o fornecimento dos consumidores secundários, (monofásico) fase-neutro, cuja potência não ultrapasse 8 KW, em sistemas trifásicos a 4 fios (3 fases neutro), 380/220 desde que possuam carga trifásica.

5.2 - Medição dos consumidores primários

- *Medição em Alta Tensão*

Será efetuada sempre que a potência da subestação transformadora for superior a 225 KVA. Será medido:

- a) O fornecimento de energia ativa (Kwh)
- b) O fornecimento de energia reativa (KVARH)
- c) A máxima demanda de potência ativa (KW), registrada em intervalos de instrumentos indicados no quadro I.

- Medição em Baixa Tensão

Será efetuada sempre que a potência da S.E. transformadora for inferior ou igual a 225 KVA. Será medido:

- a) O fornecimento de energia ativa (Kwh)
- b) O fornecimento de energia reativa (KVarh)
- c) A máxima demanda de potência ativa (Kw) registradas em 15 minutos

Na medição em baixa tensão, serão utilizados os medidores e transformadores de corrente no quadro de n. 03.

O dimensionamento do medidor dos consumidores será feito em função da potência instalada, fornecida pelo consumidor, não se levando em conta revisões futuras de aumento da mesma.

5.3 - Aferição de Medidores

Aferir um instrumento de medição é determinar os seus erros, comparando-o com um instrumento de classe de precisão superior e de erros conhecidos.

Para realizar a aferição de um medidor de wathora, precisamos ter um elemento de referência que nos permita determinar com precisão a energia fornecida ao circuito no qual ele está ligado. É usado comumente o medidor padrão ou o wattímetro.

- Método do Medidor Padrão

Esse método é o mais difundido. O medidor a ser aferido e o medidor padrão estão ligados em um mesmo circuito e são comparadas as quantidades de energia registradas pelos dois aparelhos.

Para um determinado número de rotações NM do medidor a aferir, anotamos o número de rotações NP do medidor padrão.

Se K'D a constante do medidor a aferir e KD a constante do medidor padrão, o erro absoluto é a diferença da quantidade de energia indicada pelo medidor padrão, ou seja:

$$NM.KD - Np.K'D$$

- a) Se o medidor a aferir adianta, a diferença é positiva
- b) Se o medidor a aferir atrasa, a diferença é negativa
- c) O erro relativo é dado pela fórmula:

$$E = \frac{NM.KD - Np.K'D}{Np.K'D}$$

O erro relativo percentual é o erro multiplicado por cem, ou seja:

$$E\% = (NM.KD - Np.K'D) \times 100$$

O medidor padrão usado neste método é um instrumento que, pelo seu projeto e sua construção pode servir de referência para aferição de medidor de fabricação de série.

Na carga nominal e a temperatura constante a precisão do medidor padrão é da ordem de 0,1 %.

Cada rotação do disco corresponde a uma determinada energia consumida a qual será registrada pelo totalizador.

A esta quantidade de energia elétrica gasta durante uma rotação do disco dá-se o nome de:

Constante do Disco, cujo símbolo é KD, sendo a unidade WH p/ rotação.

Assim, para a energia total registrada num intervalo de tempo qualquer, será então:

$$E = KD \times N$$

onde,

- N - Número de rotações efetuadas pelo disco no intervalo de tempo.

- KD - Constante do Disco
- T - Tempo em segundos

Desta forma,

$P = (N \times KD \times 3600/T)$, sendo P a potência do medidor.

os medidores adotados pela CELB correspondem aos medidores Watt-Hora cujas características correspondem a:

- Tensão Nominal: 240 V
- Frequência: 60 Hz
- Correntes Nominais: 15 A, 30 A, 50 A e 2.5 a 10A
- Número de fios: 2, 3 e 4
- Registrador: de 4 ponteiros
- Alimentação pela esquerda
- Número de elementos: 1, 2 e 3

5.4 - Tensão Nominal

A Tensão Nominal de um medidor é a tensão para a qual o mesmo foi projetado. Todo medidor admite uma variação de tensão de $\pm 10\%$ da nominal nos seus terminais de potencial, sem afetar sua exatidão.

Embora o medidor tenha sua tensão nominal padronizada em 240 V, ele é calibrado sob as condições em que será instalado, ou seja, em 225 V.

Devemos, também, levar em consideração a corrente máxima. A mesma corresponde à maior corrente que pode circular em regime permanente no instrumento, sem que o erro e a elevação de temperatura de seus enrolamentos e terminais excedam os limites máximos estabelecidos em normas da ABNT. Deve-se, contudo, declarar que o valor máximo da corrente dos medidores de wathora é de 400 a 500% do valor de corrente nominal e os medidores de wathora classe 2 não devem apresentar erros exteriores ao intervalo de $\pm 2\%$ em toda a faixa de corrente desde 10% da nominal até o valor da corrente máxima.

5.5 - Calibração

Entende-se por elemento motor de medidor o conjunto formado por uma bobina de potencial e uma bobina de corrente.

Os medidores de wathora possuem dispositivos por meio dos quais são calibrados para que indiquem dentro de valores limites de erros admissíveis, a energia a se medida.

Os dispositivos de calibração podem ser: de carga, nominal, de carga pequena, de carga indutiva e os medidores polifásicos ainda possuem dispositivos para equilíbrio dos elementos.

5.6 - Transformadores para Instrumentos

Temos que os transformadores para instrumentos usados conjuntamente com os medidores são os de corrente e de potencial. Em média, para alta tensão se faz necessário o emprego de transformadores de potencial e de corrente para fins de medição.

Da baixa tensão, dependendo da carga instalada, são usados transformadores de corrente quando o medidor possui corrente máxima inferior à solicitada.

Nas instalações que possuem transformadores para instrumentos é usado sempre um bloco de aferição entre os terminais e secundário dos transformadores e o medidor, que possibilita a intercalação de medidores padrão para a aferição do conjunto de medição.

5.7 - Medição de KVARh

Para a medição de KVARh é usado um medidor de wathora, equipado com catraca (dispositivo que evita a rotação do disco em sentido contrário) associado a um auto transformador para defasamento das tensões.

A medição do KVARh é necessária para avaliação, em conjunto com o valor de Kwh, do fator de potência indutivo médio mensal da instalação.

5.8 - Medição de Demanda

Para os fornecimentos em média e alta tensão, são medidos, além do Kwh e KVARh, a demanda máxima (KW) mensal, ou seja, o maior valor de kw consumido dos diversos períodos de 15 minutos que compões todo mês. A medição e faturamento do kw obriga o consumidor a planejar seu consumo, de modo a ser o mais contínuo e constante possível. Isto permite à Concessionária projetar economicamente suas linhas de fornecimento, evitando consumos excessivos simultâneos de vários consumidores.

CONCLUSÃO

O estágio supervisionado consiste numa oportunidade ímpar em que o aluno pode colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso superior. Dessa forma, o presente estágio, apresenta-se de maneira fundamental, tendo-se em vista que o aluno procurou desenvolver uma visão generalizada da filosofia de trabalho da CELB, conhecendo o cotidiano de três departamentos importantes da referida empresa o que possibilitou um maior aproveitamento do estágio.

ANEXOS

listagem da proposta 39/96

OBRA : JOAO FERNANDES DE LIMA NETO

LOCAL : LOTEAMENTO JOSE DA COSTA CIRNE

CAMPINA GRANDE PB

cod. est.	M A T E R I A L	unid.	quant.	preco unit.	preco total
01 - POSTES E ACESSORIOS A.T.					
0	Arruela Quadr. 50mm, Galvanizada		356,00	0,43	153,08
0	Cruzeta conc. armado, de 1,90m	ud	66,00	17,19	1.134,54
0	Bancho de Suspensao, p/5.000Kg	ud	24,00	2,91	69,84
0	Dihal aço forjado p/paraf. 16mm	ud	24,00	4,90	117,60
0	Parafuso de maquina, 16 x 300	ud	40,00	2,65	106,00
0	Parafuso de maquina, 16 x 400	ud	46,00	3,31	152,26
0	Parafuso rosca dupla, 16 x 400	ud	46,00	3,31	152,26
0	Pino reto p/isolador 25 mm	ud	192,00	4,83	927,36
0	Poste concr. arm. duplo T 150/10	ud	10,00	142,83	1.428,30
0	Poste concr. arm. duplo T 300/10	ud	25,00	215,57	5.389,25
			sub-total		9.632,49
02 - CONDUTORES E ACESS. A.T.					
0	Alca Pref. Dupla p/cabo 4 AWG	ud	57,00	11,64	663,48
2	Alca Pref. Dihal p/cabo 4 AWG	ud	24,00	11,24	269,76
0	Cabo CAA - 4/0 AWG	KG	302,00	6,21	1.875,42
0	Cabo de Cobre nu, n. 25 mm ²	KG	22,00	10,84	216,80
2	Cartucho Ampact, serie vermelha	ud	66,00	2,85	188,10
0	Chave Fus. 100A-15KV (BASE A)	ud	24,00	108,85	2.612,40
0	Conec. c/cunha p/cabo 4AWG-4AWG	ud	18,00	10,44	187,92
0	Conec. cunha cbo. 4 AWG-25mm ²	ud	48,00	10,44	501,12
0	Fio de Alumínio n. 0 AWG	kg	2,10	6,74	14,15
2	Fita de Alumínio 1,0 x 10,0 mm	kg	2,10	6,74	14,15
0	Isolador Pino, classe 15KV porc	ud	192,00	4,57	877,44
0	Isolador susp. 5"x140mm vid	ud	48,00	24,47	1.174,56
			sub-total		8.595,31
03 - POSTE E ACESSORIOS B.T.					
0	Arame Galvaniz. n. 12 AWG t. mole	kg	1,32	5,09	6,72
0	Armação Vertical V2 Pesada	ud	344,00	7,81	2.686,64
0	Armação Vertical V3 Pesada	ud	2,00	9,26	18,52
0	Arruela Quadr. 50mm, Galvanizada	ud	580,00	0,43	249,40
0	Parafuso de maquina, 12 x 200	ud	256,00	1,39	355,84
0	Parafuso de maquina, 12 x 250	ud	316,00	1,59	502,44
0	Parafuso de maquina, 12 x 300	ud	64,00	1,78	117,92
0	Poste concr. arm. duplo T 150/B	ud	78,00	99,18	7.736,82
0	Poste concr. arm. duplo T 300/B	ud	44,00	157,38	6.924,72
			sub-total		13.595,82
04 - CONDUTORES E ACESSORIOS B.T.					
0	Alca Preformada p/cabo 4 AWG	ud	341,00	2,38	811,58

listagem da proposta 39/96

OBRA : JOAO FERNANDES DE LIMA NETO

LOCAL : LOTEAMENTO JOSE DA COSTA CIRNE

CAMPINA GRANDE

PB

cod. desc.	M A T E R I A L	unid.	quant.	preco unit.	preco total
0	Cabo CA - 1/2 AWG	KG	426,00	6,74	2.871,24
0	Cabo CA - 4AWG	KG	1.290,00	6,74	8.694,60
0	Cabo copperweld, n. 3x9 AWG	KG	66,00	15,87	1.047,42
0	Cartucho Ampact, serie vermelha	ud	740,00	2,85	2.109,00
0	Conec.c/cunha p/cabo 4AWG-4AWG	ud	102,00	10,44	1.064,88
0	Conec. estribo lateral cbo 4AWG	ud	638,00	10,44	6.660,72
0	Fio de Alumínio n. 8 AWG	kg	12,45	6,74	83,91
0	Fita de Alumínio 1,0 x 10,0 mm	kg	12,45	6,74	83,91
0	Haste Cobreada	Ud	22,00	9,06	199,32
0	Isolador Roldana, de 76x79 mm	ud	694,00	2,12	1.471,28
	sub-total				25.097,87

05 - TRANSFORMADORES E ACESSORIOS

2	5Cartucho Ampact, serie vermelh	ud	24,00	2,85	68,40
0	Arruela Quadr. 50mm, Galvanizada	ud	66,00	0,43	28,38
0	Cabo copperweld, n. 3x9 AWG	KG	18,00	15,87	285,66
0	Cabo de Cobre Isolado, n. 25mm	m	15,00	2,65	39,75
0	Cabo de Cobre Isolado, n. 50mm	m	45,00	5,42	243,90
0	Cartucho Ampact, serie azul	ud	18,00	3,17	57,06
0	Conec. cunha cbo. 4 AWG-10mm2	ud	18,00	10,44	187,92
0	Conec. cunha cbo. 4 AWG-25mm2	ud	6,00	10,44	62,64
0	Conec. cunha cbo. 1/0AWG-50mm2	ud	18,00	19,31	347,58
2	Eletroduto galvanizado de 3/4"	m	18,00	7,94	142,92
2	Fio de Cobre nu n. 10mm2	kg	15,00	11,24	168,60
0	Haste Cobreada	ud	6,00	9,06	54,36
0	Parafuso de maquina, 16 x 300	ud	12,00	2,65	31,80
0	Parafuso de maquina, 16 x 50	ud	24,00	0,99	23,76
0	Sup. p/transformador (Celb)	ud	12,00	11,44	137,28
0	Transformador trifasico 45KVA	ud	6,00	2.201,95	13.211,76
	sub-total				15.091,77

06 - ILUMINACAO PUBLICA

0	Arruela Quadr. 50mm, Galvanizada	ud	154,00	0,43	66,22
0	Fio de Cobre isolado n. 6,0 mm2	m	770,00	0,53	408,10
0	Lampada a vapor mercúrio 80 W	ud	154,00	11,64	1.792,56
0	Luminaria Bip-40, c/Braco	ud	154,00	25,79	3.971,66
0	Parafuso de maquina, 12 x 250	ud	154,00	1,59	244,86
0	Reator p/lampada VM 80 W (AFP)	ud	154,00	35,05	5.397,70
0	Rele fotoeletrico p/cmd indiv.	ud	154,00	16,93	2.607,22
	sub-total				14.488,32

CELB - CIA DE ELETR. DA BORBOREMA

24/01/96

listagem da proposta 39/96

OBRA : JOAO FERNANDES DE LIMA NETO

LOCAL : LOTEAMENTO JOSE DA COSTA CIRNE

CAMPINA GRANDE

PB

cod.est MATERIAL unid. quant. preco unit. preco total
=====

RESUMO ORCAMENTARIO

total material =>	91.498,77
mao de obra	22.874,69
transporte	2.287,47
custo do projeto	1.372,48
eventuais	914,99
total do investimento	118.948,40
comprimento de at	1069,00
comprimento de bt	5955,00